S 694
[115-]
190

Die allgemeinen geologischen Ergebnisse der neueren Forschungen in Zentral-Asien und China.

Von

Dr. Karl Futterer,

Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Mit einer Karte und einer Profiltafel, sowie zwei Karten und einem Profil im Text.

(ERGÄNZUNGSHEFT No. 119 ZU „PETERMANNS MITTEILUNGEN“.)

GARNISONS BIBLIOTHEK * ZU KRAKAU *

GOTHA: JUSTUS PERTHES.

1896.

S. 6941 [119]

Inhaltsverzeichnis.

Karten.

NH-67028 N-46795 07 / TMK

Einleitung.

Der asiatische Kontinent birgt wie kein andres Gebiet der Erde mehr in demselben Grade noch eine Fülle geologischer Probleme, und wie von Geographen, so wird auch von Geologen jeder Schritt mit gespannter Aufmerksamkeit verfolgt, der zu neuer Kenntnis des grofsartigsten Gebirgslandes führt und für die erstern Klarheit über die räumliche Anordnung und vertikale Gliederung bringt, während das geistige Auge des Geologen daraus die Geschichte der ältesten Zeiten unsres Planeten enträtselt und staunend die enormen Wirkungen der gebirgsbildenden Kräfte auf die Sedimente uralter Meere sieht und die Zerstörungen des durch unendliche Zeiträume ganzer geologischer Perioden fortgesetzten Spieles von Wind und Wetter, Frost und Hitze und des als Regen niederfliefsenden Wassers beobachtet.

Mechanismus der Gebirgsbildung, Abrasion und Transgression, Denudation und Erosion, subaërische Aufschüttung sind die Namen der geologischen Wissenschaft für die Vorgänge, welche in ihrer Aufeinanderfolge und in ihrem Zusammenwirken dem zentralasiatischen Gebiete eine Physiognomie gegeben haben, deren grofsartige Züge schon in einem Alexander von Humboldt hohes Interesse erweckten und auch noch für weite Zukunft die Hoffnung auf reiche Entdeckungen und wesentliche Förderung der geologischen Wissenschaften rechtfertigen.

Weite Teile sind durch die gewaltigen, gefalteten Gebirgsketten des Thian-schan, des Kuen-lun, der Karakorumkette und des Himalaya sowie der hinterindischen und chinesischen Gebirgssysteme umschlossen, und ihre Gewässer finden keinen Abflufs zum Meere; es ist durch neuere Entdeckungen wieder zweifelhaft geworden, ob wir in der That im Gaurisankar und in den Riesenbergen des Karakorum die höchsten Berge der Erde mit Recht sehen dürfen, oder ob nicht die Könige der Bergriesen dort dominieren, wo die nördlichsten Teile der hinterindischen Gebirgswelt mit den altersgrauen Kuen-lun-Ketten in Verbindung treten.

Wie die Wüsten und steppenbedeckten Hochländer, die abflufslosen Gebiete und die tiefen Thaldurchbrüche durch die höchsten Gebirgsketten oder noch unerforschte Längsthäler und die ganze reiche Gliederung der peripherischen Gebiete in der geologischen Geschichte der Gebirge ihre Erklärung finden, so gibt diese auch die unmittelbare Ursache ab für die aufserordentliche Mannigfaltigkeit der asiatischen Kulturformen, für die Verteilung von Organismen und Siedelungen und damit die Basis, auf welcher sich die asiatische Weltgeschichte und die Entwickelung ihrer Völker vollzogen hat.

Ein weiteres Verfolgen der Verknüpfung dieser Kausalitäten liegt nicht in unsrer Absicht; es genügt, darauf hingewiesen zu haben, um auch dem eigentlichen Gegenstande unsrer Darstellung ferner Stehenden zu zeigen, welch hohes Interesse der geologischen Bildungs- und Entstehungsgeschichte eines Landes inne wohnt.

Das mehr oder weniger klare Bewufstsein, dafs von einem derartigen Gesichtspunkt aus auch der kleinste Beitrag für das richtige Erfassen der Gesamtheit des asiatischen

Kontinents von Bedeutung sein könne oder müsse, hat sicher mit dazu beigetragen, dafs der Forschungseifer ihm immer in hohem Mafse erhalten blieb, trotz der grofsen Schwierigkeiten, Kosten und Gefahren, die ein Eindringen in die zentralen Teile mit sich bringt. Eine geschichtliche Darstellung der Erforschung dieses Erdteils darf das auch nicht aufser acht lassen; wir wollen uns aber hier nur auf die Resultate der ruhmwürdigen Anstrengungen beschränken, welche in den letzten Dezennien gemacht wurden, um die Grundursachen aller geographischen Erscheinungen, um den geologischen Bau des in Rede stehenden Gebiets kennen zu lernen.

Es liegt in der Natur derartiger Bestrebungen, dafs aus der grofsen Zahl von Forschungsreisenden, und zwar auch solchen, die glauben, genügend geologische Kenntnisse zu haben, nur wenige zu denjenigen Resultaten gelangen, die sie als Frucht ihrer Reisen hätten erreichen können; es ist daher ein ganz besonders günstiger Umstand, dafs einem Geologen von der Bedeutung v. Richthofens, der durch exakte Beobachtungen den Grund einer Geologie weiter Teile Zentralasiens und Chinas legte, andre berufene Kräfte gefolgt sind; von Süden ist es das Verdienst der Indischen geologischen Anstalt, von Norden das der russischen Geologen, unablässig an der Vervollständigung des von Richthofen gegebenen Bildes gearbeitet zu haben; die Namen Prschewalski, Bogdanowitsch, Muschketoff, Obrutschew u. a. sind in den Jahrgängen dieser Mitteilungen so oft genannt, dafs allein schon dieser Hinweis genügt.

Wir haben hier nur einer Expedition noch besonders Erwähnung zu thun, die durch die Gröfse der ins Auge gefafsten Ziele, die für deren Erreichung aufgewandten Mittel und Zeit und ferner durch die sorgfältigen und sachgemäfsen Vorbereitungen weit über das Niveau sonstiger Forschungsreisen sich erhebt und v. Richthofens kühnen Reisen an der Seite steht: es ist das die Reise des Grafen Bela Széchenyi mit seinen beiden Begleitern, dem Topographen Oberleutnant Kreitner und dem Geologen v. Loczy, in Ostasien in den Jahren 1877—1880.

Abgesehen von kleinern Mitteilungen ist eine allgemeinere Besprechung der Resultate dieser Reise nach dem 1893 in deutscher Sprache erschienenen ersten Bande der Beschreibung von dem berufensten Kenner zentral- und ostasiatischer Verhältnisse v. Richthofen gegeben worden[1]), und die von dieser Seite ausgesprochene hohe Anerkennung wird immer für die Beurteilung des Reisewerkes mafsgebend bleiben.

Geographisch gänzlich unbekannte Gebiete wurden nur auf kleinern Strecken berührt, aber die topographische und geologische Aufnahme fast des ganzen Reisewegs ergänzen die Beobachtungen v. Richthofens in ausgezeichneter Weise. Da wir in spätern Teilen unsres Aufsatzes keine Gelegenheit mehr finden werden, darauf zurückzukommen, so möge hier kurz der Weg der Expedition in seinem Verhältnis zu den Routen v. Richthofens skizziert werden. Von Schanghai über Wu-tschang-fu nach Si-ngan-fu führte der Weg nur in seinem letzten Teile durch geologisch noch unbekanntes Gebiet, während der weitere Marsch nach dem Nordwesten weit über v. Richthofens Reisewege hinausführte und die wichtigsten geologischen Resultate lieferte. Über Lan-tschou-fu und entlang dem nördlichen Gebirgssystem des Nan-schan wurden Su-tschou und in Tung-hwang-hsien (95° L. östl. v. Gr.) der westlichste Punkt in Zentralasien erreicht. Diese Gebiete sowie der Kuku-nor-Bezirk, der von Si-ning-fu aus besucht wurde, sind besonders von russischen Geologen neuerdings untersucht worden, und wir werden hier ihre Berichte mit denen der Szechenyischen Expedition zu kombinieren haben. Nach einem etwa auf dem 106. Meridian (Gr.) erfolgten neuen Übergang über das Tsin-ling-Gebirge wurde in der Provinz Sze-tschwan wieder bis südlich über Ja-tschou-fu hinaus schon durch v. Richthofen bekanntes Gebiet bereist, und erst auf dem weitern Wege westlich über Ta-tsien-lu nach Batang, südlich nach

[1]) Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Bd. XX, 1893, Nr. 10, S. 547.

Tali-fu, südwestlich nach Bhamo am Irawadi wurden wieder neue Beobachtungen von hohem geologischen Werte über das hinterindische Gebirgssystem und seine Struktur gewonnen.

Wenn somit schon aus dieser flüchtigen Skizze des Reisewegs und der durch denselben berührten, geologisch noch nicht genauer oder überhaupt noch nicht untersuchten Gebiete die grofse Bedeutung der Loczyschen Beschreibung für das geologische Bild des zentralen und östlichen Asien klar hervortritt, so dürfte es als durchaus gerechtfertigt erscheinen, wenn wir für unsre weitere Darstellung immer ganz besonders auf Loczys geologische Darstellungen zurückkommen und nur da, wo neuere Materialien eine Ergänzung bieten, auf dieselben eingehen.

Da der Zweck der vorliegenden Darstellung eine Würdigung der geologischen Resultate der Reise des Grafen Szechenyi enthalten soll, wie sie im dritten Abschnitte des ersten Bandes seines Reisewerkes von Loczy in detaillierter Weise in der Anordnung der Reiseroute niedergelegt sind, so werden wir uns einerseits nicht in einer zu weiten Ausdehnung des zu besprechenden Gebietes verlieren dürfen, und auf der andern Seite wird es nötig sein, zuerst eine Basis zu gewinnen, auf der versucht werden soll, die wesentlichsten von Loczy gegebenen Materialien zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, wie er es selbst in einigen zusammenfassenden Kapiteln gethan hat, und mit den ältern Darstellungen zu verbinden.

Die Fundamente und die Grundzüge des Gebäudes sind vollendet, nur das Ausarbeiten der Einzelheiten mufs noch geschehen, und der ornamentale Schmuck ist noch anzubringen.

Eine allgemeinere physiographische Schilderung nach unsrer heutigen Kenntnis des geologischen Baues und der Struktur der Gebirge wird uns in den Stand setzen, in grofsen Zügen die Entstehungsgeschichte jener Teile des asiatischen Kontinents zu verfolgen, den Wechsel von Festland und Meer in mehrfacher Wiederholung zu erkennen und die geologischen Zeiträume der gewaltigen Gebirgsbildungen zu bestimmen.

Diese Prozesse sowohl wie die Entstehung des aktuellen Zustandes haben v. Richthofen sowohl wie v. Loczy und andern zur Erörterung allgemeinerer Probleme der Geologie Veranlassung geboten, und wir werden auf dieselben in dem dritten Abschnitt einzugehen haben.

I. Physiographische Darstellung der einzelnen Gebirgsteile.

Es ist Suefs' umfassenden Darstellungen gelungen, die grofsen Faltungssysteme Asiens mit den europäischen Kettengebirgen in Zusammenhang zu bringen und in verschiedenen von einander mehr oder weniger selbständig verlaufenden grofsen Zügen die Alpenfalten durch Kaukasus und iranische Gebirge bis zum grofsen asiatischen Gebirgsknoten der Pamirs weiter zu leiten. Wenn wir von der auf drei Seiten Kaschgar umstarrenden Gebirgswelt ausgehend nach Nordosten dem Thian-schan und den von Nordwesten her anscharenden Ketten des Altai-Systems begegnen, wenn wir im Südwesten das Hochland der Pamirs und die nach Südwesten weiterziehenden Gebiete des Hindukusch und westlich längs des Indus die afghanischen Systeme finden und endlich im Süden auf dem westlichen Kuenlun und noch südlicher in südöstlichen und später nach Osten umbiegenden Faltenzügen auf dem Karakorum und Himalaya weit nach Osten geführt werden, so ergibt sich von selbst die Frage nach Kriterien, um diese verschiedenen Gebirgssysteme nach ihrem gegenseitigen Werte beurteilen und die von ihnen durchzogenen Gebietsteile in natürliche Teile zerlegen zu können.

Schon seit den ältern Versuchen, vom „Gezimmer Asiens“ an bis herab zu ganz neuen

Zeiten sind den Begriffen Zentral- und Hochasien im Gegensatze zu den peripherischen Teilen verschiedene Ausdehnungen beigemessen worden.

In glücklicher Weise ist es erst v. Richthofen gelungen, die geographischen Unterschiede sowohl nach den physikalischen wie den biologischen Gesichtspunkten hin aus ihren geologischen Ursachen zu erklären und in dem vorhandenen oder fehlenden Transport der Verwitterungs- und Schuttmassen eines Gebiets den bestimmenden Faktor für Orographie und Physiognomie ebensowohl wie für die geographische Verteilung von Organismen und Siedelungen zu erkennen. ... „Der anscheinend geringfügige Umstand, dafs in dem einen Falle die Produkte der Zersetzung der Gesteine nach dem Meere geführt werden, in dem andern aber im Lande selbst zurückbleiben, hat sich als bestimmend für die Oberflächenformen, den physiognomischen Charakter der Landschaft, die Existenzbedingungen der organischen Welt, die Lebensweise des Menschen, die Verbreitung der Stämme und ihre Geschichte erwiesen. Starr und öde dehnt sich das weite Zentralasien aus — ein Kontinent im Kontinent. Lebensvoll und in unendlicher Mannigfaltigkeit der Gestaltungen lagern sich herum die peripherischen Gebiete."

Der Umstand der Abflufslosigkeit ist nur eine durch die Verhältnisse der letzten geologischen Perioden hervorgerufene Eigentümlichkeit, die dem Gebiete nicht inhärent ist, sondern ebenfalls dem Wechsel und der Veränderung unterliegt.

Zum Verständnis dieser Thatsache wird wesentlich die im zweiten Teile zu gebende Darstellung der geologischen Entstehungsgeschichte dieser Gebiete beitragen, und darum müssen wir uns hier eine weitere Begründung dafür versagen, dafs die Unterscheidung v. Richthofens hier als Basis angenommen und nunmehr eine kurze physiographische Charakteristik der einzelnen Gebirgssysteme, soweit sie als zentralasiatische oder umsäumende Gebirge wesentlich in Betracht kommen, versucht wird.

Das Hochland der Pamirs, das Dach der Welt, bildet den Knotenpunkt, in welchem die zentral- und hochasiatischen Faltengebirge mit den zu den europäischen Faltensystemen hinüberführenden Verbindungsgliedern sich berühren. Wie Suefs zeigte, treten vom obern Jehlam, einem östlichen Seitenflusse des Indus, bis in die Breiten von Kaschgar von Osten her die Züge des Himalaya, des Karakorum, des westlichen Kuen-lun mit den von Westen herankommenden Ketten des Hindukusch-Systems und den iranischen, dem Persischen Golfe und nach starker Biegung dem Indus folgenden Falten in Scharung; sie vereinigen sich im Hochlande selbst; keine meridionale Depression oder andere orographischen Merkmale zeigen irgendwelche Verschiedenheiten an. „Wie zwei schwache Lavaströme oder zwei Güsse von Schlacke nebeneinander herfliefsend ihre erstarrenden Wellen scharen lassen an einer langen Linie, an welcher diese Wellen sich bald vereinigen und bald gegenseitig schleppen, so begegnen sich die Ketten des Himalaya und des Hindukusch." [1])

Die iranischen Ketten, welche nur der randliche Teil eines Gebiets sind, das von Falten desselben Systems durchzogen wird, führen ebenso wie der Hindukusch selbst in den westlichsten Ausläufern durch Kleinasien und den Kaukasus auf europäische Faltengebirge.

Die dinarischen Alpenzüge, welche sich den Alpen als fremdartiges Glied anfügen, setzen sich durch die griechischen Gebirge über Kreta und Cypern und von da nach Nordosten bis in die Quellgebiete von Euphrat und Tigris fort, wo dann die Weiterleitung von dem nordwestlichsten Teile des iranischen Bogens aufgenommen wird. Der Hauptstamm der Alpenfaltung führt durch Karpaten und Balkan, durch die südliche Krim in den Kaukasus und tritt im westlichen Turkestan in Fühlung mit Ausläufern des Thian-schan, der nach Suefs' Auffassung mit südwest-nordöstlichem Streichen die grofse Scharung der Pamirs im Norden abschneidet.

Somit wäre nicht nur eine nördliche Verbindung zwischen Alpensystem und Thian-

---

1) Suefs, Antlitz der Erde I, 576.

schan, sondern auch eine südlichere vom Karst an durch die iranischen Ketten mit dem Himalaya und der indischen Scharung vorhanden.

Sueſs zieht zum Faltengebiete des Himalaya, das sich in breiter Zone über den Karakorum nach Norden ausdehnt, auch den westlichen Kuen-lun, der mit NW-Streichen im Kizilyart sich quer vor die von SW—NO streichenden Pamirketten lagert. Er spricht auch die Vermutung aus, daſs unter dem Tarimbecken eine fremdartige Scholle die Abweichung der Streichrichtung des westlichen Kuen-lun bedingt haben könne, da am Nordfuſse desselben kretazische Transgressionen auftreten.

Im Osten des Tarimbeckens reichen die Ketten des mittlern Kuen-lun weit nach Norden, und in diesem Teile ist wohl die breiteste gefaltete Region der ganzen Erde vorhanden, die sich nach Süden bis in die Anfänge der hinterindischen Faltensysteme erstreckt.

In dem Winkel zwischen dem östlichen Kuen-lun, welcher in strenger Fortsetzung der Streichrichtung seines mittlern Teiles nach Osten weiterzieht, und den nach Süden abschwenkenden hinterindischen Ketten schieben sich als fremdes Element zuerst SW—NO streichende Faltenzüge ein, die in östlicher Wendung dem östlichen Kuen-lun sich anschmiegen; auch im Norden desselben schwenken tektonische Linien aus der West-Ost-Richtung nach Nordosten hin ab, die durch die Provinz Schansi bis nördlich von Peking weiterziehen.

Das im südöstlichen China auftretende Faltensystem mit strenger SW—NO-Streichrichtung, die sogenannten sinischen Ketten, müssen hier in diesem Überblick nur deshalb erwähnt werden, weil man bis weit nach den zentralen Teilen Einflüsse der sinischen Gebirgsfaltung wahrnehmen kann, auf die wir noch werden zurückkommen müssen. Auch die Gebirge in Schan-tung und Liau-tung folgen dieser Streichrichtung des sinischen Systems.

Kehren wir zu unserm Ausgangspunkte, zum Dache der Welt zurück, von dem aus wir, Sueſs' Darstellung folgend, nach allen Richtungen durch ausstrahlende Gebirgssysteme geführt worden waren mit einziger Ausnahme der das nördliche Zentralasien gegen die peripherischen sibirischen Teile abgrenzenden Gebirgsländer.

Es war nur kurz erwähnt worden, daſs die groſse Scharung, die im Süden am Jehlam beginnt, im Norden ein Ende findet und durch die Thian-schan-Ketten abgeschnitten wird, indem diese letztern ohne Beugung oder Ablenkung in ihrer ONO—WSW-Streichrichtung sich quer vor die groſse Scharung legen.

Zur Vervollständigung des Bildes vom Gebirgsgerüste Zentralasiens dürfen wir die charakteristischen Züge dieses Gebirgssystems sowie der mit ihm in Verbindung stehenden Altaiketten nicht unerwähnt lassen.

Der Thian-schan[1])

zeigt seine geologische Angehörigkeit zu den asiatischen Faltengebirgssystemen vor allem dadurch, daſs die ihn aufrichtende und faltende Kraft von Norden nach Süden gerichtet war. Nach Muschketoffs zusammenfassender Darstellung, die Sueſs als Grundlage für seine Betrachtung genommen hat, beginnt er im Osten bei Barkul (94° Ö. L.) als niedriger Gebirgszug, der aber schon im Meridian von Kaschgar durch mehrfache Verzweigungen eine Breite von 300 km und sehr bedeutende Höhen erreicht hat. Weitaus die Mehrzahl der Züge, die sich nach Westen hin allmählich verlieren, hat die allgemeine Streichrichtung des Systems, nämlich ONO—WSW; es kommen jedoch auch ost-westliche

---

[1]) Bemerkungen zur Rechtschreibung der Namen. Um eine Übereinstimmung zwischen Text und der Karte (Taf. 1) zu erzielen, wurde für alle auf der letzteren angegebenen Namen die dort gewählte Rechtschreibung gewählt. Es lieſs sich nicht vermeiden, daſs beim Citieren von Autoren dieselben Lokalnamen auch mehrfach anders geschrieben auftreten; aber Miſsverständnisse werden dadurch kaum eintreten können.

Falten vor und in den westlichsten Ausläufern solche mit NW-Richtung. Ob diesen letztern Zügen nicht eine selbständigere Bedeutung zukommt, dürfte noch Gegenstand der Erörterung bilden, besonders nachdem v. Richthofen schon darauf hingewiesen hatte, daſs das scheinbar strahlenartige nach Westen gerichtete Auseinandertreten der Thian-schan-Ketten nur dadurch verursacht sei, daſs mit den Hauptketten des Systems, die OzN—WzS streichen, die Falten des nach NW gerichteten Karatau-Systems scharen; auch Muschketoff gibt an, daſs beim Herantreten der letztern Falten von NW die Hauptfalten nach Süden hin konvex ausbiegen; daraus geht doch wohl hervor, daſs ein Verschmelzen beider Systeme nicht stattfindet und daſs hier schon die westlichsten Ketten des weiter im Osten groſse Ausdehnung erreichenden Altai- (= Karatau-)Systems auftreten, das bis zum Baikalsee verfolgt ist.

Muschketoff nimmt an, daſs die NW-Züge jünger sind als die NO-Züge.

Am Südfuſse des östlichen Teiles des Thian-schan, dessen tektonische Fortsetzung Obrutschew[1]) neuerdings noch bis in die Zentral-Mongolei verfolgen zu können glaubt, liegt, von Toksun bei Turfan beginnend und südöstlich von Chami in unbekannte Gebiete sich ausdehnend, eine bemerkenswerte orographische Depression, welche in ihren westlichen Teilen 60—70 m, an ihren tiefsten Stellen aber bis 100 m unter den Meeresspiegel reicht. Ihre Längserstreckung ist bis gegen 500 km bei einer von 10—50 km wechselnden Breite bekannt.

„Von wo man diese Einsenkung betrachten mag, von ihrem nördlichen Rande bei Turfan oder von Süden von den Höhen des Schul-tagh — überall erscheint sie als eine riesenhafte Rinne, welche längs dem Fuſse des Thian-schan sich erstreckt“; infolge ihrer schon weit nach Osten nachgewiesenen und noch weiterhin vermuteten Erstreckung bezeichnet auch Obrutschew dieselbe als „Grabensenkung des Thian-schan“.

Ihr entspricht zwischen Pe-schan und Nan-schan die Nanschanische Senke.

Die geologischen Daten (Prof. 1 der Profiltafel) lassen erkennen, daſs die krystallinen Gesteine meist auf den nördlichen, steilern Seiten der einzelnen Ketten vorwalten, daſs paläozoische Gesteine, deren Alter bis in die untere Kohlenperiode reicht, ebenfalls einen groſsen Anteil an der Gebirgszusammensetzung haben. Von mesozoischen Sedimenten sind Trias, Jura und Kreide bekannt; besonders der Jura ist durch reiche Kohlenführung hier ausgezeichnet. Diese Formationen liegen immer diskordant über den ältern paläozoischen Schichten. Das Tertiär ist z. B. in der Artush-Kette bei Kaschgar noch in die Faltung mit einbezogen und zeigt, daſs bis in diese jungen Zeiten die Faltung noch in demselben Sinne weiter wirkte wie in den ältern Ketten des Gebirges.

Auch die Grabensenkung des Thian-schan fällt der Bruchbildung in geologisch recht jungen Zeiten zu, obwohl sich solche schon seit dem Karbon nachweisen lassen. Am ganzen Südgehänge des Gebirges sind Dislokationen mit Absenkungen des südlichen Flügels bekannt, so daſs groſsartige Staffeln entstehen, in deren tiefsten Teilen jene Grabenversenkung liegt.

Vulkanische Thätigkeit während der Tertiärzeit wird durch Basalte und andre eruptive Gesteine bewiesen, und posthume Erscheinungen derselben sind in Gasexhalationen, Mofetten &c. noch heute vorhanden.

Der Kuen-lun.

Die wichtigste Rolle, wenigstens dem geologischen Alter nach, fällt unter den zentralasiatischen Gebirgen dem Kuen-lun zu, der schon zu einer Zeit als altersgraues Faltengebirge aufgetürmt stand, als sich noch weiter Ozean auf dem Gebiete der südlichern Hochgebirge ausbreitete.

---

[1]) Obrutschew, Geographische Skizze von Zentral-Asien und seiner südlichen Umrandung. Geographische Zeitschr., herausgegeben von A. Hettner, I. Jahrg., S. 257.

Bei seiner grofsen Längserstreckung, die sich von den Pamirs 40 Längengrade weit bis nach China hinein ausdehnt, und den verschiedenen Schicksalen der an seine einzelnen Teile im Norden wie im Süden anschliefsenden Gebiete ist es zweckmäfsig, seine Betrachtung nach den drei Teilen vorzunehmen, in die ihn v. Richthofen eingeteilt hat. Ein derartiges Vorgehen empfiehlt sich um so mehr, als für die einzelnen Teile auch ganz verschiedene Beobachtungen vorliegen, und es ist nicht unzweifelhaft, ob nicht dem westlichen Kuen-lun eine selbständigere Stellung gegenüber dem mittlern und östlichen zukommt.

Nehmen wir v. Richthofens Darstellung zum Ausgangspunkt.

Die fundamentale Bedeutung, welche dem ganzen Kuen-lun-Gebirge zukommt und die seine Bezeichnung als „Rückgrat Asiens“ durchaus rechtfertigt, wenn auch das orographische Hervortreten nicht immer ebenso bedeutend ist wie das geologische, besteht in den Gegensätzen der südlich und nördlich von ihm gelegenen Gebiete. Als ältestes, schon im Silur vorhandenes Gebirge, an das sich noch im Karbon neuerdings Falten anlegten, bildete es schon die Grenze nördlich und südlich differenzierter Entwickelung, und führten die tektonischen Vorgänge im Süden zu mannigfaltiger Entstehung grofsartiger Faltengebirge, so ist die Tektonik seiner nördlich anschliefsenden Gebiete im allgemeinen als Bruch- und Absenkungsregion zu charakterisieren.

Durch die starke Ausdehnung in die Breite hebt sich aus dem ganzen System des Kuen-lun am besten ein mittlerer Teil heraus, der etwa vom 89. und 104. Meridian begrenzt sein mag, während der westliche wie der östliche Teil weniger nebeneinander liegende parallele Falten besitzen; die Zusammengehörigkeit des mittleren mit dem östlichen Teile wird durch die tektonische Verwandtschaft der Ketten aufser Frage gestellt.

Allerdings weist Loczy darauf hin, dafs im mittlern und östlichen Kuen-lun die faltenden Kräfte aus verschiedenen Richtungen wirkten. Orographische Unterschiede liegen besonders darin, das im Nan-schan, dem nördlichsten Teile des mittlern Kuen-lun, selbständige tektonische Thäler und Faltenzüge vorhanden sind, während im östlichen Teile der Zusammenschub einen viel höheren Grad erreichte und alle Falten derart zusammenprefste, dafs lediglich Erosionsthäler, besonders Querthäler, den physiognomischen Charakter des Gebirges bestimmen [1]).

Unsre Besprechung soll immer noch auf Grundlage von Richthofens Orientierung mit dem westlichsten Teile beginnen; neuere Daten besonders von russischen Forschern werden sich anzuschliefsen haben, da es zweifelhaft geworden ist, dafs die streng einheitliche und geradlinige Erstreckung in gleicher Weise vom äufsersten Westen bis zum östlichen Kuen-lun anhält.

Je vollständiger das Bild dieses Gebirgssystems vor unsre Augen tritt, um so mehr Züge sind zu erkennen, die sich nicht dem fast schematisch einfachen Plane fügen, den man als Grundlage der Anordnung glaubte erkennen zu können.

Die Dreiteilung des Kuen-lun, die von Richthofen aufgestellt wurde, empfiehlt sich aber noch immer, weil jeder der drei Teile seine besondern Eigentümlichkeiten besitzt und auch die Abgrenzungen mit richtigem Blicke getroffen wurden, so dafs die neuern Forschungen diese eher noch stärker betonen, als sie beseitigen möchten.

1. Der westliche Kuen-lun.

Der als einfache, aber breite Kette vom 70.°—89.° reichende westliche Kuen-lun ist in seinen östlichen Teilen erst ganz neuerdings bekannt geworden; von den westlichern dagegen wufste man, dafs neben krystallinen Schiefern und intrusiven Gesteinen auch steilgestellte Schiefer des ältern Paläozoikums auftreten, und dafs erst am nördlichen Fufse angelagertes Karbon mit Steinkohlenflötzen vorkommt.

---

[1]) Siehe Obrutschew, Geographische Skizze von Zentral-Asien und seiner südlichen Umrandung. Geogr. Zeitschr., herausgegeben von Hettner, I. Jahrg., S. 272.

Bemerkenswert ist, dafs dieses älteste Gebirge von Strömen in engen Schluchten und echten Durchbruchsthälern durchdrungen wird, so vom Jarkandflufs, Karakasch und Kiria, die sämtlich im Süden des Kuen-lun entspringen und diesen wie eine hohe Mauer durchbrechen; es dürfte ein sehr anziehendes Problem bilden, die Entstehung dieser so paradoxen Flufsläufe zu enträtseln, denn mit der Theorie der präexistierenden Flufsläufe und erst späterer Aufrichtung und Durchnagung der Falten des Kuen-lun kommt man bei dem hohen Alter desselben nicht aus, und auch für andre Erklärungsarten fehlt die Basis. Doch das sei nur nebenbei bemerkt.

Es darf nicht unterlassen werden, schon hier darauf hinzuweisen, dafs alles im Süden liegende Land bis weit nach Osten im geologischen Sinne Faltenland ist, wenn es auch rein morphologisch als tibetanisches Plateau bezeichnet wird. Nur die höchsten Kämme sind es, welche als Bergketten emporragen; denn alle tiefern Teile sind unter gewaltigen Aufschüttungen von Schuttmassen begraben, welche im weitesten Mafsstabe ausebnend gewirkt haben. Es ist nicht mehr festzustellen, bis in welche Höhen die Gipfel der uralten Faltengebirge gereicht haben müssen, aus deren Abtragung und Zerstörung die Schuttmengen hervorgegangen sind, welche die Zwischenräume ganzer Gebirgsketten bis weit hinauf aufgefüllt haben, und wie mit Mänteln sind die noch auf den Hochplateaus aufragenden Bergzüge von ihren Schuttkegeln umhängt. Es gehört wenig Vorstellungsvermögen dazu, um aus derartigen geologischen Vorbedingungen sich die Verhältnisse zu konstruieren, welche in Tibet herrschen und weite Teile als öde Salzsteppen und unwirtlich-rauhes Hochland erscheinen lassen. Die mangelnden atmosphärischen Niederschläge und die fehlenden chemischen und mechanischen Wirkungen des fliefsenden Wassers sind in letzter Linie die Ursachen.

Wenn einerseits trotz vorhandener geologischer Profile der Bau des Gebiets zwischen dem westlichen Kuen-lun und dem Karakorum noch nicht ganz klar ist, so gilt dies auch von den westlichsten Teilen des Kuen-lun selbst; wenn v. Richthofen angibt[1]), dafs die von SO nach NW gerichteten Ketten gegen WNW und schliefslich WzN umbiegen, und dafs dadurch ein allmähliches Anschmiegen derselben an den westlichen Kuen-lun in ähnlicher Weise stattfinde, wie dies an seinem östlichen Ende seitens der sinischen Ketten geschieht, so steht damit die Auffassung von Suefs nicht in Einklang, der als merkwürdige Thatsache nach Stoliczkas Berichten konstatiert, „dafs der Kuen-lun selbst gegen NNW abschwenkend jenes grofse Gebirge bildet, welches sich westlich über Jarkand und Kaschgar erhebt und in der Regel als Kizilyart bezeichnet wird“.

Auch die östlichen Teile des westlichen Kuen-lun bieten noch manche Probleme, obwohl gerade hier durch russische Expeditionen viel geleistet worden ist. Man wufste, dafs der schroffe, steile und mauerartige Gebirgscharakter des westlichen Teils sich weiter nach Osten verliert und das Gebirge nur mehr kleinere Anschwellungen auf den sehr hoch gelegenen Steppen- und Sandebenen bildet; auch eine Divergenz der einzelnen Züge macht sich bemerkbar.

Anderseits aber tritt die Russische Kette nach übereinstimmenden Berichten sowohl nach Norden hin wie nach Süden über das tibetanische Hochland unzweifelhaft als selbständiges Gebirge hervor, das aus mehreren parallelen und auch sich ablösenden Ketten besteht, dessen Streichen nach NO gerichtet ist und dessen Ketten mit dem Altin-tagh in Verbindung treten.

Loczy konstruiert aus dem Vorkommen von Nephrit in Adern von Glimmer- und Amphibolschiefern im westlichen Kuen-lun (Karakasch-Thal) und dem Vorkommen derselben Gesteine in der Russischen Kette und deren nordnordöstlicher Fortsetzung in Verbindung mit den Streichrichtungen einen Zusammenhang zwischen Altin-tagh und west-

---

[1]) v. Richthofen, China I, 250.

lichem Kuen-lun, der durch Bogdanowitschs Mitteilungen als fest bestehend erklärt werden mufs.

Wenn man die hier (s. S. 12) wiedergegebene Skizze der Gebirgsketten des westlichen Kuen-lun und seines Zusammenhangs mit seinem mittlern Teile nach Loczy mit der Karte Bogdanowitschs im Reisewerke der Piewtzowschen Expedition vergleicht, so mufs der hohe Grad der Übereinstimmung auffallen, und es konnte für die Richtigkeit der Kombinationen und Folgerungen keine glänzendere Bestätigung geben als diese Beobachtungen.

Manche der ältern von den Forschungsreisenden gegebenen Namen sind durch die richtigen von den Eingebornen gebrauchten Namen durch Bogdanowitsch ersetzt. Seine Reisen gingen von Kaschgar in verschiedenen Kreuz- und Querzügen durch den ganzen westlichen Kuen-lun, durch die Russische Kette, in den Akka-tagh (westlicher Teil des Prjewalski-Gebirges), in den Tokus-Daban und den Astyn-(= Altin-) tagh, und es ist nunmehr unzweifelhaft festgestellt, dafs das NW—SO gerichtete Streichen des westlichsten Kuen-lun im Gebirge südlich von Kiria, wo es in die Russische Kette übergeht, eine Biegung nach O und weiterhin nach ONO erfährt, wo es sich durch den Tokus-Daban an den Astyn-tagh anschliefst, der in ONO-Richtung weiterzieht. Im grofsen bildet der Astyn-tagh eine Anzahl von Ketten, welche Ablenkungen aus seiner Hauptstreichrichtung nach O erkennen lassen und dadurch mit verschiedenen Ketten des eigentlichen mittlern Kuen-lun in Verbindung treten. Bogdanowitsch rechnet alle diese Gebirge schon zum mittlern Kuen-lun und läfst nur die Frage offen, ob ein tektonischer Zusammenhang zwischen mittlerm und den Verbindungsgliedern zum westlichen Kuen-lun (Altin-tagh — Russische Kette) und demzufolge eine ununterbrochene Erstreckung eines einheitlichen Gebirges von den Kaschgarischen Bergen bis in den mittlern Kuen-lun stattfindet, oder aber, ob die in vorherrschend WSW—ONO streichenden Gebirgsglieder dem übrigen Faltungssystem des mittlern Kuen-lun fremd gegenüberstehen, indem sie als Äufserungen der sinischen Faltungen die letzten im NW liegenden Ketten derselben darstellen, zwischen denen und dem eigentlichen sinischen System der Nin-tschen-tangla bei Lhassa eine Vermittelung herstellt.

Diese letztere Möglichkeit liegt denn doch sehr weit ab, und auch Loczy sagt auf Grund seiner Bemerkungen: „es erscheint die erstere Deutung, der zufolge die Kettenzüge des mittlern Kwen-Lun, dem Altin-tagh und der russischen Kette sich anscharend, sich mit ihren westlichen Endigungen in der Nähe dieser Gebirgsrichtung nach WSW umbeugen, als die wahrscheinliche“.

Zur Bestätigung dieser Auffassungen kommt noch die Übereinstimmung der Gesteinsfolge im westlichen Kuen-lun, dem wir hier noch den ganzen Altin-tagh zurechnen, mit den nördlichen Ketten des mittlern Kuen-lun.

Schichten des krystallinen Grundgebirges, mit welchen in verschiedenen Teilen Granite und Syenite vorkommen, werden diskordant von Thonschiefern, metamorphen Schiefern, die krystalline Kalke eingelagert enthalten, Sandsteinen und Dolomiten, welche in sich konkordant aufeinander folgen, überlagert, und diese selbe Schichtserie finden wir später wieder im Nan-schan-Sandstein und den denselben bedeckenden paläozoischen Kalken. Kohlenkalke und Sandsteine des Karbon sind dem Nan-schan-System ebenfalls nicht fremd, während Ablagerungen der Jura- oder Kreidezeit, die im Kaschgarischen Gebirge vorkommen, schon in der Russischen Kette und im Altin-tagh fehlen; sie sind auch in dem mittlern Kuen-lun nicht bekannt. Kohlenführende Schichten von jurassischem (?) Alter kommen im östlichen Kuen-lun (Tsin-ling-schan) und Kreideablagerungen im Thian-schan vor.

Die jüngsten tertiären Ablagerungen im Tarim-Becken finden ihre östliche Vertretung durch die später zu erwähnenden jungtertiären, die weiten Thalböden zwischen den Gebirgsketten füllenden Seebildungen.

Obwohl erst im zweiten Teile eine ausführlichere geologisch-historische Skizze der

Entwickelung der das Tarim-Becken umgebenden Gebirge zu geben sein wird, so ist es doch schon hier unerläſslich, zu bemerken, daſs auch in der Tektonik des westlichen Kuen-lun genügend Anhaltspunkte liegen, welche für seine Trennung und Selbständigkeit gegenüber dem mittlern Teile sprechen. Das ganze Gebirge vom Altin-tagh im Osten bis zum Kaschgarischen Gebirge im Westen bildet einen groſsen Gebirgsbogen, der das Tarim-Becken umrandet; die ältesten Faltungen im Westen haben dieselbe Richtung wie im östlichen Teile des Thian-schan, und jüngere Dislokationen, die darüber hinweggegangen sind und im Russischen Gebirge sowie im Altin-tagh zu Faltungen geführt haben, sind von SW—NO gerichtet.

Der westliche Kuen-lun stellt sich so als ein selbständiges Umrandungsgebirge des Tarim-Beckens von seiten des nordwestlichen tibetanischen Hochlandes dar, und durch seinen bogenförmigen Verlauf und seinen einheitlichen Charakter ist der Anschauung der Boden entzogen, daſs der westliche Kuen-lun in starrer gerader Richtung das Streichen der Ketten des mittlern Teiles aufnimmt und schlieſslich noch in demselben Beharren der Richtung im östlichen Kuen-lun sein Ende finde.

Der Zusammenhang des mittlern und östlichen Teils wird noch zu besprechen sein, der westliche aber besitzt die gröſsere Selbständigkeit eines Faltengebirgsbogens, der nur durch Anscharung mit den Ketten des mittlern Kuen-lun in Verbindung tritt.

Wegener hatte es schon kurz nach dem Bekanntwerden der Resultate der Piewtzowschen Expedition ausgesprochen[1]), daſs die „Russische Kette ein dem Kuen-lun-System fremdes Gebilde sei". Das ist hiermit bestätigt, nur mit dem Unterschiede, daſs sie als integrierendes Glied zum westlichen Kuen-lun gehört und dieser dem mittlern und östlichen fremd gegenübersteht.

Nach Bogdanowitsch[2]) ist von besonderer Wichtigkeit für die theoretische Darstellung des Kuen-lun-Systems das Verhältnis zwischen der Russischen Kette und dem Akka-tagh. Die völlige Identität beider wird durch Bogdanowitschs Profile (vgl. Prof. 2 auf der Profiltafel) sowohl nach geologischer Zusammensetzung wie nach tektonischem Baue dargethan. Der Akka-tagh geht noch weiter östlich unter dem Namen Prjewalskikette weiter nach dem Süden von Zaidam, während Russische Kette und Tokus-Daban nach ONO weiterziehen. Noch mehrfach tritt ein solches Aufblättern der Faltenzüge ein, so daſs Bogdanowitsch zu dem Resultat kommt:

„Allen vorhandenen Thatsachen gemäſs nähern sich einander die Grundlinien der tektonischen Verhältnisse des Kwen-lun-Systems im Westen und divergieren gegen Osten; daher ist es sehr wahrscheinlich, daſs der Kwen-lun vom Ursprunge des Flusses Keria-darja bis zum Meridian des Kuku-nor ein neues Beispiel dieser Virgation der Falten bietet."

Die Grenzgebirge des nordwestlichen Tibet müssen nach ihm ebenfalls vereinigt mit den Gebirgen südlich von Zaidam dem Kuen-lun-System zugerechnet werden.

2. Der mittlere Kuen-lun.

War der westliche Teil des Gebirges eine durch über 12 Breitegrade sich erstreckende, von West nach Ost an Höhe abnehmende Kette mit östlicher Virgation, so ist der mittlere durch die Entwickelung einer gröſsern Anzahl paralleler Ketten ausgezeichnet, die sich vom Gebirgssystem des Nan-schan und vom 40. Breitegrad südlich bis zum Tangla und nördlich von Lhassa mitim allgemeinen WNW—OSO-Streichrichtung verfolgen lassen.

Während uns über die nördlichen Teile durch den Eifer russischer Geologen und die Expedition des Grafen Szechenyi vorzügliche Orientierungen gegeben worden sind, gilt das in immer geringerm Maſse, je weiter wir nach Süden dringen und in Gebiete kommen, in

---

[1]) Wegener, Die Entschleierung der unbekanntesten Teile von Tibet und die tibetische Zentralkette, v. Richthofen — Festschrift, 1893, S. 414.

[2]) Bogdanowitsch, Einige Bemerkungen über das System des Kwenlun. Mitteilungen der K. K. Geogr. Gesellsch. in Wien, Bd. XXXVIII, Nr. 9 u. 10, 1895.

welchen die Wurzeln der hinterindischen Ketten mit den südlichsten Kuen-lun-Ketten eine Fühlung nehmen müssen, über deren Natur noch das Dunkel des Geheimnisses liegt.

Faſst doch noch v. Richthofen das Tangla-Gebirge als einen SW — NO gerichteten, mit dem Streichen der sinischen Ketten übereinstimmenden Gebirgswall auf, dessen eisumstarrte Hochgipfel den Riesenbergen des Himalaya den Rang als erste Gipfel der Erde streitig machen, und der als Grenze zweier ganz verschiedenartigen Gebiete eine hohe Bedeutung in morphologischer wie klimatologischer Hinsicht besitzen soll. Im SO davon ein ausgedehntes wildes Gebirgsland, im NW Steppen und enorme, jede Struktur verhüllende Aufschüttungsmassen; dort tiefe Fluſsthäler mit den Oberläufen hinterindischer Ströme, hier abfluſsloses Zentralasien: so stellt sich die Bedeutung der von Lhassa nach NO bis zum Bri-tschu, dem Oberlaufe des Jang-tse-kiang reichenden Grenzlinie dar, nur daſs sie nicht durch ein in dieser Richtung streichendes Gebirgssystem bezeichnet wird. Hier haben die neuern Forschungen das geographische Bild geändert: nicht im Sinne des sinischen Systems verlaufende Hochgebirge bilden den Tangla, sondern es sind Ketten, deren west-östliche Streichrichtung die Verbindung zum mittlern Kuen-lun herstellt, deren Umbiegung nach OSO es wahrscheinlich macht, daſs sie im groſsen Bogen nach S abschwenken und somit die Wurzeln der hinterindischen Ketten darstellen, deren Fluſsoberläufe zwischen ihren Parallelketten vermutet werden [1]).

Uralte starkveränderte Sedimente mit dem Charakter krystalliner Schiefer und von präkambrischem oder auch vielleicht kambrischem Alter setzen im Verein mit den Tiefengesteinen diese Gebirgsketten zusammen; als sinische und Wutai-Formation werden altpaläozoische und archäische Ablagerungen bezeichnet, deren gegenseitige Altersbeziehungen in verschiedenen weitgetrennten Gebirgsteilen noch recht unsicher sind und für weitere Gebiete nur für eine ungefähre Gleichstellung oft verschieden entwickelter Schichtgruppen von Wert sind.

Das Vorkommen jüngerer sedimentärer Schichten, die nach den Versteinerungen dem Jura oder der Kreide angehören und vom Tengri-nor bekannt sind, ist nicht belanglos und gibt einen wertvollen Hinweis für die Geschichte der zentralen Teile.

Loczy hat die orographischen und geologischen Erfahrungen, die sich auf den mittlern Kuen-lun beziehen, zusammengestellt und durch seine eigenen Beobachtungen in wertvoller Weise erweitert. Wir können der Bedeutung dieser Darstellung hier nur gerecht werden, wenn wir etwas ausführlicher auf sie eingehen.

Was vor allem die Tang-la-Frage anlangt, so sind zunächst die Gründe angeführt, welche die Wahrscheinlichkeit für die NO — SW-Erstreckung dieses Gebirges sehr nahe legten. Durch die Beobachtungen der neuern Reisenden ist Loczy in den Stand gesetzt, über die Gebirge nördlich von Lhassa, vom 32. Breitegrad an bis zum Nan-schan-System, in 40.° Breite, folgendes Bild zu entwerfen, das auf der beigegebenen Karte (S. 12) dargestellt ist. Daraus geht zunächst hervor, daſs sich noch südlich vom Tangla oder Dang-la Gebirgsketten finden, die wie die niedrige Dsungulun-Kette noch OW-Streichen haben, oder aber wie Samtin-Kansir Knotenpunkte der Vereinigung der OW streichenden Ketten mit solchen von SW—NOlicher Streichrichtung bilden (Nin-tschen-Tang-la). Wenn nun auch in der That SW—NO streichende Gebirge von der Bedeutung, die v. Richthofen dem Tang-la zugeschrieben hatte, hier nicht vorkommen, so ist doch die Bestätigung der Thatsache von Bedeutung, daſs sinische Streichrichtung (SW—NO) noch im Westen von Lhassa vorkommt (Nin-tschen—Tang-la).

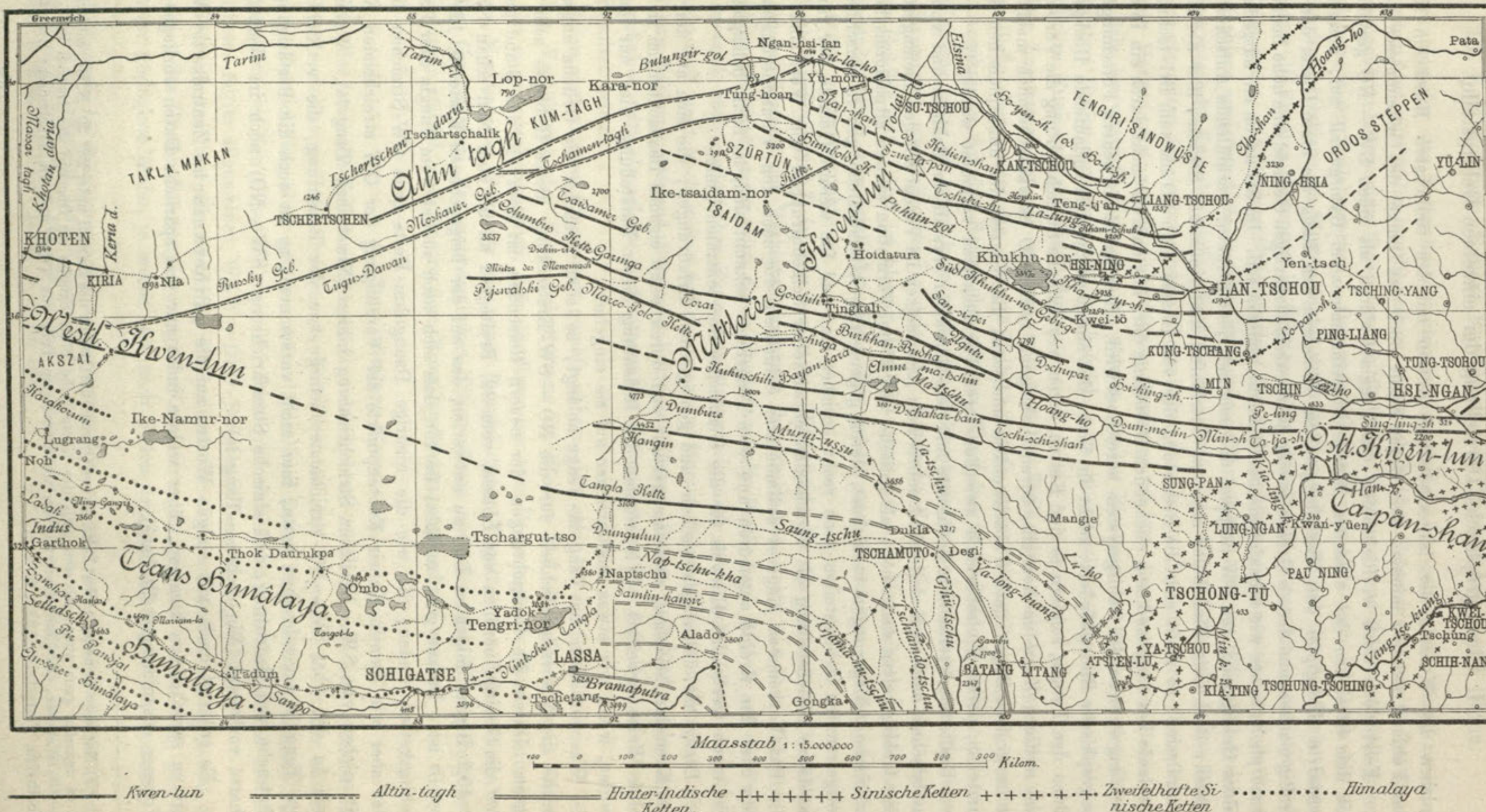
Es erübrigt noch, mit einigen Worten auf die „Tibetanische Zentralkette“ Wegeners zu sprechen zu kommen, über welche indes nur erst spärliche Daten vorliegen, die Wegener zusammengestellt hat [2]).

---

[1]) Nachdem in neuester Zeit Prinz H. von Orleans die Quellen des Irawadi unter 28° 30′ N. Br. entdeckt hat, ist es nunmehr ganz ausgeschlossen, daſs der tibetanische Fluſs Sangpo ein Oberlauf des Irawadi ist.

[2]) Wegener, Die Entschleierung der unbekanntesten Teile von Tibet und die Tibetanische Zentralkette. Richthofen, Festschrift, 1893, S. 414.

Die Gebirgszüge des tibetanischen Hochlandes (nach v. Loczy l. c., S. 621.)



Dafs die dominierende Dupleix-Kette in die westliche Fortsetzung des Tang-la-Kettenzuges fällt, kann wohl zugegeben werden, ebenso dafs beide in der That zu gewaltigen Höhen ansteigen. Ob dagegen die im Westen südlich von Kiria aus nach SO streichenden Gebirgsketten, z. B. der Tsa-Tsa-Daban, wirklich das westliche Ende der im Osten Dupleix-Tangla genannten Ketten darstellen, scheint noch mindestens ebenso zweifelhaft wie die Thatsache, dafs — ihre Verbindung vorausgesetzt — sie dann die tektonische Fortsetzung des westlichsten Kuen-lun, des Gebirges von Kaschgar (Kizilyart), mit seinem NW—SO-Streichen bilden. Hier hätten, wenn eine solche grofse Zentralkette in der ihr zugeschriebenen Bedeutung im Westen irgendwo südlich oder südöstlich von Kiria, etwa unter dem 36. Breitegrad sich an die Russische Kette oder deren westliche Fortsetzung anschlössen, Bogdanowitschs Untersuchungen Klarheit bringen müssen; seine Karte zeigt aber nirgends einen Anschlufs OSO streichender Ketten an den westlichen Kuen-lun.

Da die Auffassungen über den westlichen Kuen-lun wesentlich andre geworden sind[1]), so würde in den Zusammenhang Kizilyart—Russische Kette—Astyn-tagh eine solche sich nach OSO abzweigende Kette nur schwer einfügen lassen. Auch Loczy zeichnet nur mit Vorbehalt und als unsicher durch Punktierung angegeben eine westliche Fortsetzung des Tang-la, welche in WNW-Richtung gegen das westliche Ende des westlichen Kuen-lun hinzieht. (S. Karte, S. 12.)

Der Dsungulun ist die südlichste von 10 parallelen Ketten, die im Norden mit dem Nan-schan-System aufhören und denen verschiedene Bedeutung zukommt.

Jedenfalls ist für die Angliederung der hinterindischen Gebirgssysteme an die zentralen Teile des Kuen-lun die östliche Fortsetzung des nördlich auf die Dsungulun-Kette folgenden eigentlichen Tang-las von der gröfsten Wichtigkeit; leider sind hier die Anhaltspunkte und Beobachtungen sehr dürftig. Es ist indessen aus der zuerst NW—SO und weiter südlich N—S gerichteten Erstreckung von Längsthälern (z. B. des obern Jang-tse-Kiang [Drh-tschu] etwa 5 Grade östlich vom Tang-la-Passe) und aus der Analogie der Gesteine des Tang-la und der bei Ta-tsien-lu schon in das hinterindische Streichen übergegangenen Gebirgsketten eine hohe Wahrscheinlichkeit abzuleiten, dafs diese zusammengehören.

„Die orographischen Verhältnisse, sowie die Gleichheit des Gesteinsmaterials (krystallinische Schiefer und dunkle Thonschiefer), wie sie im Tang-la und im Gebirgslande südlich von Ta-tsien-lu erkannt wurde, machen es in hohem Grade wahrscheinlich, dafs die östliche Fortsetzung des Tang-la in einem regelmäfsigen, gegen NO konvexen Bogen mit einer der meridionalen hinterindischen Ketten verschmilzt und dafs die Fortsetzung dieser Kette vielleicht in den Gebirgen von Li-tang zu suchen wäre."

Die Stellung des Tang-la in diesen Gebirgsketten wird von Loczy nunmehr folgendermafsen charakterisiert:

„Als vollkommen erwiesen müssen wir aber die Thatsache aussprechen, dafs der Tang-la, wo er vom Karawanenwege nach Lhassa übersetzt wird, eine W—O liche Kette darstellt. Auch ist noch jene Möglichkeit vorhanden, dafs der Tang-la zum Kwen-Lun-System gehört, und zwar zum mittlern Kwen-Lun, als südlichste Kette desselben, welche als solche die unmittelbare Fortsetzung des westlichen Kwen-Lun bilden würde. Doch ist auch jene Eventualität nicht ausgeschlossen, der zufolge der Tang-la im Verein mit den übrigen, gegen SO gekrümmten tibetanischen Ketten als die NWlichen Endigungen der Ketten des hinterindischen Gebirgssystems betrachtet werden müfsten."

Präziser kann man heutzutage sich noch nicht über die Zugehörigkeit dieses im einen wie im andern Falle sehr wichtigen Gebirgsgliedes aussprechen, dessen Gesteine vorwiegend aus ältesten metamorphen Schiefern und azoischen Bildungen bestehen.

---

[1]) Siehe S. 7.

In paralleler Streichrichtung mit dem westlichsten Teile des Tang-la folgen in nördlicher Richtung noch eine Anzahl von Gebirgsketten, welche die Namen

Kangin, Datschim-Datschjim
Dumbure
Kuku-schili, Tschi-schi-schan
Marco-Polo, Schuga und Burkhan-Budha
Ugutu, San-si-pej und Dschupar
Kuku-nor-Gebirge
Cha-ji-schan
Nan-schan

tragen und nach Loczys Ansicht sämtlich dem Gebirgssystem des mittleren Kuen-lun angehören, dessen Ausdehnung somit im Norden von der Gobi an bis zum Nak-tschu-kha-Flufs reicht.

Hier sei nur das hervorgehoben, dafs trotz des allgemeinen Parallelismus dieser Ketten der Gebirgsbau im einzelnen doch noch Abweichungen aufweisen kann und z. B. für den westlichen Teil des Marco-Polo-Gebirges noch manche Fragen zu lösen sind, die nicht unwesentlicher Natur sind, da hier auffallenderweise mehrfach WSW—ONO-Streichen auftritt und im Gebirge selbst mehrere Parallelketten auftreten. Die westlichen divergierenden Ketten des „Prjewalski-Gebirges" und der Kolumbus-Kette werden, wie auf der Karte klar zum Ausdruck kommt, im Westen von dem „Moskauer Gebirge" abgeschnitten, das im Südwesten seine Fortsetzung in der Russischen Kette findet, über deren Stellung zum westlichen Kuen-lun schon oben (S. 8) nach der Auffassung von Pietzow die Rede war. Der Altin-tagh läuft ebenfalls in WSW—ONO-Streichrichtung dem Moskauer Gebirge parallel und liegt zwischen diesem und dem Lob-nor. Die Ansicht Loczys über das gegenseitige orographische Verhältnis geht dahin, „dafs die hier angeführten Gebirge, wenn sie auch gleich aus der Nachbarschaft des Altin-tagh, des Tokus-Daban und der Russischen Kette bis zum oberen Hoang-ho als Parallelketten hinziehen, trotzdem nur als eine Kette zu betrachten und im allgemeinen nur mit einer Leitlinie zu bezeichnen sind".

Die andern oben noch angeführten Gebirgsketten bis zum Nan-schan reichen westlich bis zum Zaidam und schliefsen mit dem südlichen Kuku-nor-Gebirge und dem nordöstlich davon gelegenen Cha-ji-schan.

Ehe wir auf das ein ganzes System für sich bildende Nan-schan-Gebirge näher eingehen, sei schon hier angeführt, dafs der geologischen Zusammensetzung nach die Gebirge vom Tang-la nördlich bis zum Nan-schan in verhältnismäfsig nur untergeordneter Weise Gesteine der Formation der krystallinen Schiefer enthalten, dafs nirgends eine ausgesprochene von solchen Gesteinen gebildete Längsachse auftritt, so dafs sogar darüber Zweifel entstehen können, in welcher der Ketten des mittleren Kuen-lun die westliche Fortsetzung der vorwiegend aus krystallinen Schiefern gebildeten Zentralzone des östlichen Kuen-lun (Tsin-ling-schan) zu suchen sei. Loczy glaubt, „es ist wahrscheinlich, dafs die sich vereinigenden Ketten Kuku-schili, Bagan-kara, Marco-Polo, Burkhan-Budha die westliche Fortsetzung des Sin-ling-shan bilden".

Wenn echte archäische Gesteine trotzdem in einzelnen Gebieten eine nicht unbedeutende Rolle spielen, so kommt doch der Hauptanteil in der geologischen Zusammensetzung Sandsteinen und Thonschiefern zu, deren genaues Alter mangels an Petrefakten nicht genügend sicher festzustellen ist und die als huronische und kambrische Systeme zusammengefafst werden.

Vgl. Profil 2 und 3 der Profiltafel.

Es wird im zweiten Teile dieser Arbeit der gegebene Ort sein, über die gegenseitigen Altersfragen dieser metamorphen Gesteine und der von Richthofen im östlichern China unterschiedenen azoischen Formationsglieder zu sprechen; hier nur so viel, dafs die als

Nan-schan-Sandsteine und Thonschiefer bezeichneten Gesteine in vielleicht sämtlichen Ketten des mittleren Kuen-lun einen hervorragenden Anteil an der Zusammensetzung nehmen. Von hohem Interesse ist der Nachweis Loczys, dafs, wie die älteren Sedimente der Indischen Halbinsel und auch der überwiegende Teil des Flysch kontinentale (oder See-), nicht aber marine Formationen darstellen, ebenso auch der Nan-schan-Sandstein als eine Festlands-, d. i. Flufs-, See- oder Küstenbildung, nicht aber als eine ozeanische Ablagerung zu betrachten ist.

In den Ketten des bisher betrachteten mittleren Kuen-lun kommen noch jüngere Kalksteine vor, die mit Richthofens sinischer Formation gleichzustellen sind; während aber im östlichen China die sinische Formation diskordant über den älteren Formationsgliedern liegt, herrscht hier zwischen dem Nan-schan-Sandstein und dieser Kalksteinbildung vollständige Konkordanz.

In den östlich vom Kuku-nor gelegenen Gebirgsteilen sind auch jüngere Formationen der paläozoischen Ära, z. B. Karbon, nachgewiesen, die Kenntnis davon fehlt aber für die Ketten, die sich südlich bis zum Tang-la aneinanderreihen. Wie wir später sehen werden, sind im Nan-schan und den zunächst südlich anschliefsenden Längsthälern zwischen den Gebirgsketten ausgedehnte pliocäne See-Ablagerungen; es ist aber nur ein Analogie-Schlufs, wenn deren Vorkommen auch zwischen den südlicheren Ketten angenommen wird.

Loczy bemerkt dazu: „Aus der Beschaffenheit des Hochplateaus von Quetä folgere ich, dafs jene Ebenen, die wir an der Nordseite des Burkhan-Budha-Gebirges, an den Sternenseen und zwischen den südlicheren Ketten des mittleren Kuen-lun abflufslos sich ausbreiten sehen, ebenso beschaffen sind wie die am Hoang-ho, Si-ning-ho und um den Kuku-nor herum sich befindenden und als Pliocän erkannten See-Ablagerungen." (S. Profil 3 der Profiltafel.)

Die besondere Besprechung des Nan-schan, der nördlichsten der zehn oben aufgezählten Parallelketten des mittleren Kuen-lun, rechtfertigt sich aus orographischen wie geologischen Gründen. Einmal stellt dieses Gebirge, wie das des Marco-Polo, ein eigentliches Gebirgssystem dar, indem mehrere bemerkenswerte fremdartige Züge auftreten, und dann ist auch die geologische Schichtenfolge eine vollständigere als in den südlicheren Teilen.

Vorzügliche neuere Untersuchungen, von denen nur diejenigen Obrutschews hier genannt sein mögen[1]), setzen uns neben Loczys und älterer Autoren Angaben in den Stand, besser als in den andern Teilen des mittleren Kuen-lun die Rätsel von Orographie und Tektonik zu lösen.

Zur Erläuterung der verwickelten Verhältnisse bei zahlreichen Lokalnamen ist hier auf S. 16 die Skizze Obrutschews wiedergegeben.

Es sind nur 3 gröfsere Gebirgsketten, welche das System seiner ganzen Länge nach durchsetzen. Der nördlichste oder eigentliche Nan-schan heifst jetzt Richthofen-Gebirge und im Osten Momo-schan. „Diese drei Hauptketten sind offenbar selbständige Falten, welche nicht unter einander verschmelzen oder sich kreuzen, obgleich sie an einigen Stellen durch niedrigere Gebirge verbunden werden, welche die Längsthäler verengen oder gar in einzelne Abschnitte trennen, die verschiedenen Flüssen gehören."

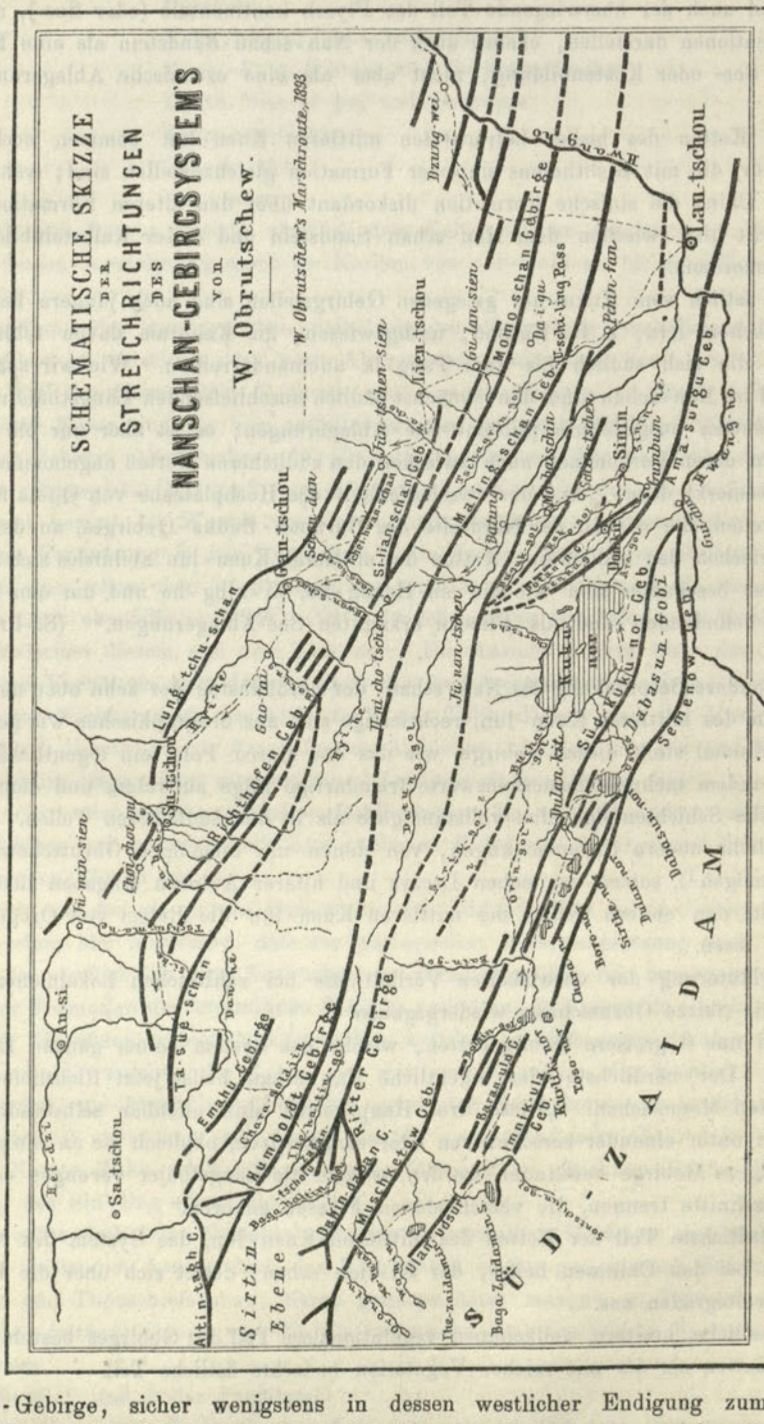
Der nördlichste Teil der Ketten des mittleren Kuen-lun, das System des Nan-schan, oder wie es bei den Chinesen heifst, der Ki-lien-schan, dehnt sich über die Entfernung von zwei Breitegraden aus.

Der westliche, breitere, vollkommen vegetationslose Teil des Gebirges besteht aus mehr parallelen Ketten als der mit reicher Vegetation bedeckte östliche Teil.

---

[1]) Vgl.: Obrutschews geologische Forschungen im östlichen Zentralasien. Peterm. Mitteil., Bd. 40, 1894, Heft XII, S. 285, und Geographische Skizze von Zentral-Asien und seiner südlichen Umrandung, Geographische Zeitschrift, herausgegeben von A. Hettner, I. Jahrg., S. 266. — Michaelis: Von Han-kou nach Su-tschou. Peterm. Geogr. Mitteil., Erg.-Heft Nr. 21.

Für die westliche Endigung ist von Wichtigkeit, dafs die krystalline Achse des Nan-schan im Humboldt-Gebirge nach Westen zieht und durch den in ONO-Richtung davor lagernden Altin-tagh abgeschnitten wird. Die WSW—ONO-Streichrichtung kommt auch



im Ritter-Gebirge, sicher wenigstens in dessen westlicher Endigung zum Ausdruck. Während Loczy den Nan-schan im wesentlichen noch aus vier aufeinander folgenden durch breite Thäler und Ebenen, getrennten Gebirgsketten, bestehen läfst, kommt durch die Forschungen Obrutschews ein wesentlich komplizierteres Bild des Gebirgssystems

zu stande, in welchem vor allem das mehrfache Auftreten NW—SO streichender Gebirgsglieder neben dem normalen Streichen von WNW—OSO zu bemerken ist. Für das ganze Gebirgssystem ist die Bemerkung Loczys charakteristisch, „dafs unter dem Meridian des Kuku-nor, wo die Ketten am dichtesten liegen und die zwischengeschalteten Mulden am schmalsten sind, das Ansteigen des Nan-schan aus der Gobi am gröfsten und steilsten ist. Unter dem Meridian des Lob-nor, wo die Ketten weit von einander entfernt sind, ist das Ansteigen geringer und auch die Erhebung des Terrains zum Hochplateau von Tibet ein allmählicheres."

Die schon erwähnten Gebirgsketten, welche mit dem sinischen Gebirgssystem die SW—NO-Streichrichtung gemeinsam haben, kommen nicht nur im Nan-schan, sondern auch in den breiten, zwischen den Kämmen des südlicheren mittleren Kuen-lun liegenden Thälern vor, wo z. B. der Nin-tscheng-tang-la zwischen Tengri-nor und Lhassa der bedeutendste ist. Alle die Hochebenen oder Plateaus zwischen den einzelnen Gebirgskämmen sind tektonisch nur Längsthäler, und die sie trennenden Gebirge werden von Ketten der sinischen Streichrichtung gitterartig gekreuzt. Ob dann solche einzeln emporragende Gebirgsketten im einzelnen Falle die ihnen zugeschriebene Selbständigkeit besitzen, ist schwer zu entscheiden; oft liegen horizontal gelagerte tertiäre Schichten zwischen ihnen, während dieselben in den eng aufeinander folgenden Längsthälern des Nan-schan fehlen und dadurch die Zusammengehörigkeit der Falten beweisen und ihre Vereinigung in ein System rechtfertigen.

Die Auffassung von Bogdanowitsch über das Nan-schan-System geht dahin, dafs vom Nan-schan nach Süden bis in das Hochland von Tibet ein vollkommenes Verfliefsen der Gebirgsketten stattfindet, das sich weiter nach Norden möglicherweise bis zum Thian-schan ausdehnt. Jedenfalls aber nähert sich das nordtibetanische Grenzgebirge am meisten dem Tsin-ling-schan des östlichen Kuen-lun, während der Nan-schan, wie überhaupt das Gebirge nördlich von Zaidam, am meisten vom Begriff des Kuen-lun abweichen soll.

Mit dieser kurzen Skizze sollte nur das Wichtigste über die Orographie des Nan-schan gestreift werden, und von den gröfseren hier noch der Lösung harrenden Problemen seien nur die folgenden angeführt: Die verschiedenen Ablenkungen des Schichtstreichens und die Virgationen besonders im östlichen Teile des Gebirges bedürfen noch der Aufklärung, ebenso wie die wichtige Frage, ob der im Westen sich vorlagernde Altin-tagh in geologische Verbindung tritt mit dem Nan-schan, ob er eine selbständige Endigung des westlichen Kuen-lun darstellt, der dann hier in gar keine direkte Verbindung mit dem mittleren Kuen-lun treten würde, oder ob er gar als eine der südlichsten Ketten des Thian-schan aufzufassen ist. Für diese letztere Möglichkeit führt Loczy eine Reihe von Gründen an, unter denen dem gemeinsamen Vorkommen von karbonischen und oberkretazischen Sedimenten in beiden Gebirgen sowohl wie in dazwischen liegenden Bergzügen der Gobi die gröfste Beweiskraft neben der Identität der Streichrichtungen zukommt.

Noch eine letzte wichtige Frage: Ob wohl die zwischen den regelmäfsigen WNW—OSO streichenden Ketten liegenden Gebirgsstücke mit sinischer Streichrichtung (SW—NO) als Äufserungen einer zweiten, späteren Faltungsperiode angesehen werden müssen, die ihre Kräftewirkung bis weit ins nordwestliche Tibet vorschob? —

Kehren wir nach diesen allgemeinen Exkursen zum engeren Gebiete des Nan-schan-Systems zurück, dessen geologische Beschaffenheit noch einiger Bemerkungen bedarf.

Wie in den übrigen Ketten des mittleren Kuen-lun, so ist auch in denen des Nan-schan in der ganzen Längserstreckung nirgends eine Axe krystalliner Gesteine vorhanden, in einzelnen Teilen fehlen sogar alle Spuren archäischer Gesteine, während sie an andern Stellen, z. B. im westlichen Nan-schan bei Su-tschou an den nördlichen Gebirgsgehängen, vorherrschend werden; hier sind es krystalline Schiefer, im Humboldt-Gebirge treten aber auch Granite und Syenite auf, die möglicherweise gleichen Alters sind wie die Intrusivgesteine, welche im Nan-schan-Sandstein dort so häufig sind.

Bedeutende archäische Massen kommen auch bei Lan-tschou-fu zu Tage, ebenso wie stellenweise in der Wüste nördlich vom Nan-schan; ihre wahre Ausdehnung ist nicht bestimmt, weil sie unter einer oft sehr dünnen Decke von jungtertiären oder diluvialen Ablagerungen (Löfs) verborgen liegen.

Die Hauptmasse des Nan-schan besteht aus dem nach ihm benannten Sandstein, dem überhaupt in diesen Gebieten eine sehr grofse Verbreitung zukommt. Sandsteine, Quarzite, Konglomerate und Breccien neben sandigen, glimmerigen, zuweilen auch phyllitischen Thonschiefern setzen seine Schichten zusammen. Infolge der petrographischen Gleichartigkeit sind diese Bildungen überall leicht zu erkennen und von Loczy auch im östlichen Kuen-lun nachgewiesen worden; sogar in den meridional streichenden Gebirgen West-Jün-nans sind sie sehr verbreitet.

Konkordant unter diesen Nan-schan-Sandsteinen liegen Kalke, welche mit jenen aufgestaut und gefaltet wurden; Versteinerungen führen sie nicht, und nur durch ihre Lagerung ergibt sich ein Schlufs auf ihr Alter als altpaläozoisch. Die bituminösen, petrefaktenreichen Kalksteine des Karbon sind durch ihre petrographische Beschaffenheit sowie durch ihre diskordante Lagerung leicht von ihnen zu trennen.

In den nördlichen Teilen des Nan-schan spielen die Karbonschichten eine grofse Rolle; sie treten aber nach Süden hin mehr zurück. In den Mulden des Gebirges sowie am Nordfufse kommen überall die Kohlenflötze vor, welche in den Plateaugegenden weiter östlich eine so grofse Ausdehnung besitzen; im übrigen wird das Karbonsystem aus über 1000 m mächtigen Quarzsandsteinen und Schieferthonen aufgebaut. (Profil 3 der Profiltafel.)

Was schon oben über die pliocänen See-Ablagerungen gesagt wurde, welche die Mulden zwischen den einzelnen Gebirgsketten ausfüllen, gilt auch für das Nan-schan-System, und auch in der Gobi kommen unter den äolischen Trümmergesteinen noch ältere kontinentale (pliocäne) Wüstenbildungen vor.

Für die mächtige chinesische Löfsdecke hat das Nan-schan-System die Bedeutung, dafs mit seinem westlichen Ende auch jene aufhört, indem der Löfs nach Westen hin immer seltener wird; schon die Hauptketten hier, wie Humboldt-Gebirge und Altin-tagh, sind frei von Löfs.

3. Der östliche Kuen-lun. (Profil 4 der Profiltafel.)

Wie ein in Zentralasien wurzelnder Keil, sagt v. Richthofen, schiebt sich der östliche Teil des Kuen-lun nach China hinein bis zur Provinz Ho-nan, wo er in meridionaler Richtung plötzlich durch die grofse Ebene abgeschnitten wird, sich aber in nochmaligem Auftauchen seiner Streichrichtung im Hwai-Gebirge erhebt und sogar bis in die Gegend von Nanking erstreckt.

Kaum je ist die fundamentale Bedeutung länderscheidender Gebirgsketten für alle Teile der äufseren Gestaltung der getrennten Gebiete bis zu den verwickeltsten Beziehungen der auf ihnen basierenden Floren und Faunen, des Klimas und zuletzt der Verhältnisse von Handel und Industrie treffender geschildert worden, als in den kurzen, prägnanten Zügen mit welchen v. Richthofen die Rolle des östlichen Kuen-lun für die Gegensätze und Unterschiede zwischen dem nördlichen und südlichen China zeichnet. So mögen denn diese klassischen Stellen hier im Wortlaute folgen:

„Die wichtigste geographische Rolle des östlichen Kwen-lun besteht darin, dafs er ein Teiler des Reiches ist. Er scheidet Nord-China und Süd-China; das Stromsystem des Hwang-ho in seinem weitesten, sogleich zu erörternden Sinn von demjenigen des Yang-tszĕ-kiang; die löfsbedeckten Länder des Nordens von den löfsfreien des Südens; Regionen mit kontinentalem, durch zwei bestimmt gesonderte Jahreszeiten ausgezeichnetem Klima von solchen, in welchen ein mehr gegliederter Wechsel stattfindet. Im Norden ist die Landschaft einförmig; die schroffsten Gebirgsformen werden vielfach durch den Löfs

ausgeebnet, der in sanften Mulden von Kamm zu Kamm zieht. Die labyrinthischen Auswaschungen in den Löfsbecken selbst, welche den einzelnen Gegenden den Charakter grofsen landschaftlichen Wechsels geben, sind doch nur diminutive Ziselierungen im Vergleich zum Ganzen; sie verschwinden, wenn wir die Gesamtheit der gleichförmig gestalteten alten Steppenbecken überblicken. Die Gebirge sind kahl, weil das Löfsland dem Baumwuchs nicht günstig ist und die Bewohner defshalb die Wälder auf gewachsenem Gesteinsboden verbraucht haben. In Hinsicht auf Agrikultur ist der Norden das Land des Weizens, der Baumwolle und der Hülsenfrüchte.

Ganz anders im Süden. Lassen wir vorläufig noch Ausnahmen aufser Acht, so fehlt hier der Löfs. Die Gebirge zeigen unverhüllt ihre Gestalt und häufig ihr Gestein. Sie sind tief durchschluchtet, und wo die Gewässer Weitungen betreten, breiten sich fruchtbare Alluvialthäler aus, während das immergrüne Kleid üppiger, naturwüchsiger und blütenreicher Strauchvegetation die Gehänge überzieht. Nicht wärmeres Klima allein und gleichmäfsigere Verteilung der Niederschläge begünstigen ihre reiche Entwickelung, und in der Ausdehnung übersteigen die Bestände im grofsen Ganzen den Bedarf, da der Löfs nicht die zu spontanem Pflanzenwuchs geeigneten Gehänge verhüllt. In Hinsicht auf Bodenbenutzung sind hier die Länder des Reisbaus, der Theepflanzungen, der Seidenzucht, des Zuckerrohrs, des Tung-Öl-Baumes. Weizen und Hülsenfrüchte werden auch noch allgemein gepflanzt, aber nicht mehr in solcher Menge wie im Norden."

Wenn die eben angeführten Gegensätze im allgemeinen für den Nord- und Südabfall des östlichen Kuen-lun gelten, so treten sie besonders scharf für die beiden Seiten des Tsin-ling-Gebirges oder für das Flufssystem des Wei im Norden und das des Han im Süden hervor. Das Hwai-Gebirge ist zu niedrig, um in gleicher Weise als Scheide in Betracht zu kommen.

Ehe wir auf die orographische Beschaffenheit des übrigen weiten China eingehen, sollen kurz der Zusammenhang des östlichen Kuen-lun mit dem mittleren Teile dieses Gebirgssystems und seine für die östliche Entwickelung charakteristischen Züge erörtert werden in Ergänzung der früheren Bemerkungen.

Die grofse Breitenausdehnung, welche wir im mittleren Kuen-lun kennen gelernt hatten, setzt sich nicht nach Osten fort. Die nördlichsten und südlichsten Ketten des ersteren bleiben im Osten aus, nur die zentralen setzen im östlichen Kuen-lun weiter; für die südlichen wurde schon oben die Wahrscheinlichkeit betont, dafs sie nach Süden ab- und in die meridionale Richtung umbiegen, um uns in einem Teil der hinterindischen Faltenzüge wieder zu begegnen.

Von Westen her vermitteln der Hsi-king-schan und der Min-schan den Anschlufs zwischen Ugutu, San-si-pej und Burkhan-Budha, die unter den 10 Parallelketten des mittleren Kuen-lun oben angeführt wurden; es war auch dort erwähnt worden, dafs die Achse archäischer krystalliner Gesteine durch die westliche Fortsetzung des Burkhan-Budha, das Marco-Polo-Gebirge allein nach Westen weitergeführt wird.

Wenn man den östlichen Kuen-lun in seinem wichtigsten Teile, dem Tsin-ling-schan, betrachtet, so spielen in ihm von der Wasserscheide an nach Norden hin krystalline Schiefer und Granite eine wichtige Rolle; in die stark zusammengeprefsten Falten sind auch Schichten des Karbon mit eingezogen, die aber auch mit Steinkohlenführung im Süden der dem Nordabfalle nahe liegenden Wasserscheide vorkommen.

Die Pässe über das Gebirge, die 1900 und 3711 m Höhe besitzen, sind beschwerlich, und dadurch wird der scheidende Charakter des Gebirges noch mehr markiert, das erst an der grofsen chinesischen Bruchlinie im Osten unter dem 113. Meridian sein Ende findet, wo es ebenso wie das Kohlengebirge von Schansi durch diese Dislokation abgeschnitten wird.

Das starre Weiterstreichen in der Richtung WNW—OSO, das auch die Mehrzahl der Ketten des mittleren Kuen-lun charakterisierte, und der ununterbrochene Zusammenhang

---

[1]) v. Richthofen, China II, S. 18.

stellen den östlichen Kuen-lun als die unzweifelhafte Fortsetzung jenes ersteren hin; durch stufenweises Angliedern neuer Ketten im Norden erlangt der mittlere Kuen-lun nach Norden hin seine grofse meridionale Ausdehnung, während im Süden des östlichen Teils zwischen die hinterindischen Ketten und ihn ein fremdartiges Gebirgselement sich einschiebt: sinische Ketten, die wir gleich noch zu betrachten haben.

Soweit der östliche Kuen-lun und sein Verhalten zum mittleren bis jetzt skizziert ist, geschah dies auf der Grundlage der v. Richthofenschen Darlegungen, denen grundsätzlich Neues trotz Loczys Forschungen kaum beizufügen ist; diese letzteren haben im wesentlichen nur Richthofens Beschreibungen bestätigt oder für Teile, die von jenem nicht betreten waren, ergänzt und seine Schlüsse durch neues Material fester begründet.

Auf geologisch noch unbekannten Wegen kreuzte auch Obrutschew das Gebirge auf der Reise von Kuang-juen-sien nach Lan-tschou in SO—NW-Richtung. Er schildert den Gegensatz zwischen Nan-schan und östlichem Kuen-lun als hauptsächlich darin bestehend, dafs hier eine äufserst intensive Faltung ein ununterbrochenes wildes Gebirgsland geschaffen hat, dessen Thäler keine Erosionsthäler sind, während dort die selbständigeren Faltenzüge durch tektonische Thäler von einander getrennt werden. Ein äufserer Unterschied wird durch die ausgedehnte Bedeckung von Eis und Schnee im Nan-schan gegenüber dem wasser- und vegetationsreichern östlichen Kuen-lun gebildet.

Man kann die Forschungsresultate über den östlichen Kuen-lun vielleicht folgendermafsen zusammenfassen:

Das Tsin-ling-Gebirge bildet mit archäischen Schiefern und Graniten die Achse des östlichen Kuen-lun, der vom 106.—110. Längengrad aus geschlossenen Bergketten besteht, die sich aber weiter östlich in einer Virgation öffnen, indem nach N und NO sich Ketten abgliedern, die aber bald im Sung-schan, Ta-hwa-schan und Wu-tun-schan unter die nördlich gelegene Karbontafel untertauchen.

Jenseits des grofsen chinesischen Bruches, der die westliche Gebirgswelt von der Grofsen Ebene scheidet, taucht ein halbversunkener Gebirgsrest in der Fortsetzung der starren Kuen-lun-Gebirgsmauer auf im Hwai-Gebirge, das aber noch nicht genauer untersucht ist. Hieran knüpft auch Loczy, gestützt auf einige Beobachtungen von fast identischen Streichungsrichtungen bei Nanking, die geistreiche Kombination, dafs bis nach Japan das Kuen-lun-System zu verfolgen sei. „Es kann hieraus ohne Zögern der Schlufs gezogen werden, dafs die äufsere meist aus archäischen und paläozoischen Schichten bestehende Zone des japanesischen Inselgürtels quer durch das Gelbe Meer gegen das Delta des Yangtse-kiang gerichtet ist, oder aber, dafs die O—W streichenden Gebirge bei Nanking als die östlichen Fortsetzungen des Kwen-lun, vielleicht zum Bogen der japanesischen Inseln hinausschwenken; — und auf diese Weise würde das System des Kwen-lun durch ganz Asien hin der Gebirgsbildung als Hauptrücken gedient haben.“ [1]) Und an andrer Stelle (l. c. p. 808): „Selbst in dem Falle, dafs wir in den Hügeln von Nanking blofs die sich an die imaginäre Leitlinie des Kuen-lun anschmiegenden sinischen Falten erblicken wollten, scheint es mir wahrscheinlicher, in den WSW streichenden archäischen und paläozoischen Schichten der Insel Kiu-shiu die Fortsetzung der Kwen-lun-Krümmung als diejenige der unverändert starren SW—NO lichen sinischen Gebirgsfalten zu suchen.“

So geistreich dieser Versuch auch sein mag, das zum Festlande gehörige Japan in eine naturgemäfse Verbindung mit den schon erkannten Leitlinien zu bringen, so mufs doch vorläufig noch die zu grofse Lückenhaftigkeit des Beobachtungsmaterials in diesem Punkte zur Vorsicht mahnen.

Im Süden des Tsin-ling-schan reihen sich an die alten paläozoischen Falten jüngere an, welche aber nur eine kurze Strecke weit dem Kuen-lun-Streichen folgen und dann durch

---

1) Loczy l. c., S. 357.

die WSW—ONO-Richtung in das sinische Streichen umbiegen und sich somit als fremde in jüngeren Zeiten an die uralten Ketten des Kuen-lun angeschmiegte Faltungen erweisen.

Da diese sinischen Ketten anderseits auch in Beziehungen zu dem hinterindischen Gebirgssystem treten, erscheint es angezeigt, erst einen Blick auf die nördlich vom östlichen Kuen-lun gelegenen Gebiete zu werfen und dann erst mit der Betrachtung der den Südosten erfüllenden sinischen und der südlich bis in den aufgelösten Bogen der Sunda-Inseln verfolgbaren hinterindischen Gebirgsketten die Übersicht abzuschliefsen.

„Auf der Nordseite des Fu-niu-schan, des östlichsten Teils des Kuen-lun, folgt ein Gebiet tiefer Einsenkung, das mit zerborstenen und verworfenen Schollen von Tafelland und Massen von Eruptivgesteinen erfüllt ist und dadurch einen Gegensatz zu den Faltungszonen bildet, die wir später an der Südseite nachweisen werden. Tiefe Versenkung und das regionale Vorherrschen von Tafelland bleibt auch weiter westlich ein charakteristisches Merkmal entlang dem Nordabfall des Gebirges."

In Übereinstimmung mit dieser Charakteristik des nörddlichen Gebiets schreibt v. Richthofen auch den vom östlichen Kuen-lun nach NO ziehenden Gebirgsstücken eine lediglich auf Verwerfungen basierende Entstehung zu, denn in den grofsen Karbonplateaus mit den reichen Kohlenfeldern im südöstlichen Schansi wie weiter nach Westen in Schensi ist die über grofse Räume fast ungestörte horizontale Lagerung von keinen Faltungen betroffen worden. Grofsartige Verwerfungen, welche im allgemeinen von NNO—SSW parallel dem durch einen ebensolchen Bruch bedingten Abfall des Gebirgslandes zur Grofsen Ebene streichen, biegen im Süden mit der Annäherung an den Kuen-lun nach SW und W um und schmiegen sich dessen Streichrichtung an.

Erst im Gebirge von Peking und im nordöstlichen Schansi treten wieder SW—NO gerichtete Leitlinien hervor und Parallelfaltungen, welche im Wu-tai-schan 10000 Fufs Höhe erreichen.

Über die Lagerungsverhältnisse zwischen den Gebirgen der Gegend von Peking und der Mongolei gibt nebenstehendes ideales Profil v. Richthofens Aufschlufs.

Die fast horizontale Lagerung des Kohlenkalks und der Steinkohlenformation ist aber noch weit nach Westen durch Schensi und die Provinz Kansu mit ebensolchen Abbrüchen und Verwerfungen wie in Schansi vorhanden.

„So scheint das bleibende Merkmal die horizontale Lagerung der Sedimentgesteine und ihr Abbrechen in einzelnen grofsen Staffeln zu sein; daher waltet ein einförmiger, landschaftlicher Charakter über grofse Strecken und er wird durch die Löfsablagerungen erhöht."

Idealprofil von der Mongolischen Grenze bei Kalgan über das Nankou-Gebirge nach dem Höng-schan. (Nach v. Richthofen.)



Wie v. Richthofen, so gaben auch Loczy die Löfsbildungen, welche sich westlich bis zum Nan-schan ausdehnen, Gelegenheit zu sehr befruchtenden Beobachtungen, und es ist ein hohes Verdienst, dafs die Forschungen des ersteren durch die Szechenyische Expedition noch weiter nach Westen durch Kansu, das Han-hai-Becken oder den Südrand der Wüste Gobi fortgesetzt wurden. Auf die Kontroversen, welche sich an die jüngsten lakustren oder äolischen Bildungen anknüpfen, müssen wir später noch zurückkommen.

Nur zur Vervollständigung und Abrundung des allgemeinen Bildes seien hier noch die Gebirge der Halbinsel Schan-tung erwähnt, welche sich aus der Grofsen Ebene erheben und in ihren westlichen Teilen noch dem Gebirgsbau von Schansi entsprechen, während die eigentliche Halbinsel mit Gebirgsketten von WSW — ONO-Streichrichtung schon Beziehungen zu Liau-tung und dem nördlichen Korea verrät; im Grundgerippe der Gebirge der südlichen Mandschurei ist ebenfalls diese Richtung noch zu erkennen. In Korea sind es grofse Granitmassen und in den westlicheren Gebieten aufserdem sedimentäre Gesteine (sinische und Steinkohlen-Formation), welche die alten Faltenanlagen zum Teil verhüllen.

Westlich vom Liau-Flusse tritt überdies eine neue Faltungsrichtung (NNO — SSW) auf, von der v. Richthofen vermutet, dafs sie in den Gebirgsketten des Khingan sowie in den östlich bis zur Küste reichenden und auf Sachalin vorkommenden Gebirgszügen eine gröfsere Bedeutung besitzen könne[1]).

Das sinische Gebirgssystem.

Dringt man von der krystallinen Hauptkette des Tsin-ling-schan nach Süden vor, so findet man jüngere Ketten, welche infolge ihrer nach SW abweichenden Streichrichtung schon in den südlichen Teilen des östlichen Kuen-lun eine Art Gitterstruktur zu erzeugen vermögen, und wenn man erst südlich vom Thale des Han-Flusses sich im Bereiche der Ketten des Ta-pa-schan befindet, so ist tektonisch nur noch die sinische Streichrichtung für die gefalteten Gesteine mafsgebend, während die orographische Hauptauftreibung dieses Gebirges im grofsen Ganzen noch dem Kuen-lun fast parallel läuft.

Mit immer gröfserer Annäherung an die starre Mauer des Kuen-lun biegen die SW — NO streichenden sinischen Ketten immer mehr in die O — W-Richtung ein, bis sie an ihren Endteilen sich vollkommen jenem mächtigeren Gebirgswalle angeschmiegt haben.

Vom östlichen Ende des Kuen-lun bis westlich zum 106. Meridian findet diese Anscharung der sinischen Ketten statt, die im Westen eine breite Gebirgswelt ohne Unterbrechungen bis zum Tsin-ling-schan herstellen, während weiter im Osten das orographische Längsthal des Han-kiang den Tsin-ling-schan in eine selbständigere und isoliertere Stellung bringt.

Sehr bemerkenswert ist die Thatsache, dafs die divergierenden Gebirgsglieder weiter im Westen, wo sie stärker auseinandertreten, sich nicht auflockern, sondern ihre Zwischenräume mit immer höheren Faltenketten ausgefüllt werden, so dafs die Kommunikationen über die Pässe wie die Verbindungen in den Flufsthälern immer schwieriger und schliefslich unmöglich werden.

Diese höchsten Aufstauungen der sinischen Ketten befinden sich, wie schon v. Richthofen konstatierte, da, wo sie sich an denjenigen Teil des Kuen-lun anschliefsen, in welchem schon die Breiteentwickelung beginnt, die seinem mittleren Teile eigen ist. Man könnte nach den neueren Erfahrungen auch die Frage aufwerfen, ob nicht auch der Einflufs der hinterindischen Ketten und ihrer gewaltsamen Umbiegung aus der meridionalen in die westöstliche Richtung in einem derartigen Aufeinandertürmen von Gebirgen zu erkennen ist.

---

[1]) v. Richthofen, China II, 133.

Dafs man zwischen verschiedenen Teilen des mittleren Kuen-lun noch im sinischen Sinne streichende Gebirgsglieder antrifft, wurde seinerzeit erwähnt; die Kräftewirkung dieser Faltungen, welche den ganzen übrigen Teil von Südost-China füllen, scheint demnach auch weit über die zuletzt erwähnten an den Tsin-ling-schan anscharenden Ketten nach NW weiter gereicht zu haben.

Für die Charakterisierung des noch übrigen Teils von Südost-China kann man sich daher kurz fassen: Abgesehen von dem noch zu besprechenden in den Bereich der hinterindischen Ketten fallenden westlichen Teil besteht das ganze grofse Gebiet aus den regelmäfsig W 30° S — O 30° N streichenden sinischen Ketten, zwischen welchen sich einzelne, durch jüngere Sedimente (Jura) ausgefüllte Senkungsfelder befinden.

Das sogenannte „Rote Becken“ von Sze-tschwan wäre hier neben einigen andern zu nennen. Die roten horizontalen Sedimente sind zum Teil in diesem Becken in tiefer Lage und von jüngeren Alluvien bedeckt, zum Teil aber auch mit den gefalteten Schichten, über welchen sie lagern, durch tektonische Vorgänge zu grofsen Höhelagen emporgeführt, ohne aber ihre horizontale Lagerung eingebüfst zu haben.

Loczy beobachtete, dafs nicht nur in den Buchten des roten Sandsteins von Sze-tschwan in Ta-tsien-lu und zwischen dem 102.—104.° Ö. L. ein Durchkreuzen der sinischen Streichungsrichtung, sondern auch im Grundgebirge selbst auftritt.

Derselbe Forscher weist auch auf die Schwierigkeiten hin, welche die Erklärungen dieses Systems, in welchem keine bestimmte nach NW oder SO gerichtete Faltungsrichtung wahrzunehmen ist, und dessen Verhältnis zu den jüngeren hinterindischen Ketten bieten.

Im Süden schieben sich aus alten krystallinen Gesteinen und Graniten bestehende Gebirgszüge von Annam aus in SSO—NNW-Richtung zwischen diese meridionalen Ketten und die echten sinischen Faltenzüge ein.

Für diese zum Teil fremdartigen Verhältnisse stellt Loczy folgende Ansicht auf (l. c. 810):

„Ganz Süd-China, Tongking und Annam mit nördlich angrenzenden Teilen scheinen mir vom Standpunkte der Bodenmorphologie ein neutrales Gebiet zu bilden, auf welchem die Bewegungen der Erdkruste während der paläozoischen und mesozoischen Perioden zwar zum wiederholten Male zum Ausdruck gekommen sind, aber der senkrecht auf die Falten längs NW — SO licher Linien wirkende Schub doch keine bestimmte nordwestliche oder südöstliche Richtung angenommen hat. Dieses ganze Gebiet spielt mit Bezug auf die hinterindischen Kettengebirge die Rolle eines *neutralen* Erdkrustenstücks, welches zwischen dem östlichen Kwen-lun und den dicht aneinander liegenden Erdfalten der hinterindischen Bergketten gelegen ist. Es äufserte sich daselbst die Faltenbildung zwar zum wiederholten Male, doch mit geringer Intensität, und hat dieses Gebiet in seinen Berührungsregionen sowohl an der Aufstauung des Sin-ling-shan wie auch an den hinterindischen Ketten teilgenommen.“

Es mag hier in diesem Zusammenhange nochmals darauf hingewiesen werden, dafs die neueren Forschungen den Tang-la eher zum hinterindischen System als zu dem des mittleren Kuen-lun in Beziehungen setzen, dafs er aber jedenfalls mit diesem sinischen System nichts gemein hat, wennschon in andern Teilen des mittleren Kuen-lun die Streichungsrichtung dieses letzteren Systems noch zu bemerken ist.

Vielleicht reicht auch im westlichen Sze-tschwan die Verbreitung der sinischen Ketten nicht mehr so weit nach Westen vor, wie noch v. Richthofen annahm, indem es dort vielleicht schon die hinterindischen Ketten sind, welche die Hochgebirge zusammensetzen.

Die hinterindischen Gebirgsketten.

Ein aufserordentlich schätzenswertes Material für die geographische wie geologische Kenntnis der hinterindischen Gebirgswelt ist durch Loczys Beobachtungen geliefert worden; vom westlichen Sze-tschwan bis Batang, von da südlich über Talifu und westlich bis Bamo

am Irawadi hat man nunmehr zusammenhängende Beobachtungen, welche auch auf weit abgelegene, noch nicht von Forschern betretene Gebiete Schlüsse zu ziehen erlauben. (Profil 5 der Profiltafel.)

In der Zusammenfassung der geologischen Daten über den Reiseweg von Ta-tsien-lu bis Batang berichtet Loczy, dafs der Hauptteil des Terrains aus flyschartigen Bildungen besteht und dafs die sowohl an der erst genannten Stelle am Ausgangspunkte und am Gambu-Gebirge nahe Batang auftretenden archäischen Schiefer kaum eine selbständige Rolle spielen.

Im ersten Teile des Reisewegs in 140 km breiter Zone vorkommende Sandsteine werden mit dem Nan-schan-Sandstein des mittleren Kuen-lun verglichen; es wird ihnen aber ein jüngeres Alter als jenem zugesprochen; mit den flyschartigen Gesteinen gehören metamorphe Schiefer und halbkrystalline Kalksteine in dieselbe Gruppe; indessen scheinen auch jüngere derartige Bildungen vorzukommen. Die Diskordanz der jüngeren Schichten über den älteren weist ihnen ein jung-paläozoisches, wenn nicht schon mesozoisches Alter zu, und es wären somit in die meridionalen Ketten am Ostrande des Hochplateaus von Tibet jüngere Sedimente eingefaltet, als in dessen übrigen Teilen: eine Erscheinung, welche das relativ jüngere Alter der hinterindischen Ketten darthut.

Die Ablagerungen der jungen geologischen Vergangenheit, See-Ablagerungen und Gletschermaterial, sind hier wenig für das Bodenrelief bedeutend; indessen meint Loczy der ehemaligen Vergletscherung eine bodengestaltende Wirkung zuschreiben zu sollen, die v. Richthofen für Meeresabrasion anzusprechen geneigt war.

„Es ist nicht unmöglich, dafs die gleichförmige Oberfläche des osttibetanischen Hochlandes vielleicht eben das Resultat einer allgemeinen Vergletscherung ist. Der nach Lassa führende Weg durchschneidet dieses plateauartige Hochland so ziemlich an den Quellen der dasselbe durchlaufenden Bäche, und ich würde diese gleichmäfsige Oberfläche mit mehr Vertrauen der einstigen Vergletscherung als der von Freiherrn v. Richthofen angenommenen Meeresabrasion zuschreiben.“

Aus den Erfahrungen Loczys, die etwas auf weiteres Gebiet verallgemeinert sind, geht für die westlichen Teile der Provinz Jün-nan und des östlichen Birma folgendes hervor:

Die Ausdehnung und der Zusammenhang von vier archäischen Gesteinszügen, die im Siang-schan, der sich wahrscheinlich südlich zwischen dem Sittang und Saluen als krystalline Achse ausdehnt, im Tsien-schan-Gebirge bei Ta-li-fu im Gambu-Gebirge und östlich davon bei Ta-tsien-lu auftreten, ist noch ziemlich unsicher; nur für die Zone des Gambu-Gebirges ist die Frage zu erörtern, ob es ein Glied einer hinterindischen archäischen Zentralkette darstellen könnte, wenn die weitere Ausdehnung seiner Gesteine in meridionaler Richtung und besonders nach Norden besser bekannt sein wird.

Auch hier zeigen die dem Alter nach folgenden sedimentären Gebirgsglieder eine sehr grofse Analogie zu der Nan-schan-Formation: eine Ähnlichkeit, auf die auch schon bei Besprechung der flyschartigen Gebilde und krystallinen Kalke von Sze-tschwan hingewiesen wurde.

Von jüngeren, wie alle diese Formationen hier stark gefalteten Sedimenten ist durch Versteinerungen Ober-Karbon dem Alter nach sichergestellt, und jüngere aus Sandsteinen und Thonschiefern bestehende Bildungen, die zum Teil auf den paläozoischen Sandsteinen diskordant liegen, enthalten in verschiedenen Horizonten im Nordosten und Osten Fossilien aus Trias, Lias und braunem Jura und entsprechen den Schichten des Roten Beckens von Sze-tschwan; vielleicht sind dort sogar noch die obersten Zonen des Jura vertreten, während im hinterindischen System als jüngstes Glied Trias mit Sicherheit konstatiert wurde. Während der späteren mesozoischen Zeit erfolgte dann hier die von Ost nach West fortschreitende intensive Zusammenfaltung, so dafs successive nach Westen immer jüngere Sedimente, in Birma noch solche des Tertiär in die Faltung einbezogen wurden.

Nicht nur die zahlreichen Erdbeben, auch die jungtertiären Vulkane und zahlreiche heifse Quellen zeigen hier die Einflüsse der noch andauernden tektonischen Bewegungen.

Wie Loczy als der erste Geolog das westliche Sze-tschwan vom Gebiete der sinischen Ketten bis in die hinterindischen Systeme von Batang geologisch darstellte und im einzelnen durch Profile erläuterte, so gebührt auch seiner allgemeineren Behandlung der „Faltungen der Erdkruste in Hinterindien" vorzugsweise unsere Beachtung, da sie die Schlufsfolgerungen enthält, zu welchen Loczy durch seine eigenen Beobachtungen und Kombination weitläufiger Litteraturangaben gekommen ist.

Kann auf der einen Seite die Gleichartigkeit einzelner Formationsglieder von der Provinz Sze-tschwan bis nach Singapore verfolgt werden, so sind auf der andern Seite auch in einer die hinterindischen Ketten durchquerenden Richtung Sedimente im Osten mit ebensolchen in Birma zu identifizieren, und wenn man die Richtungen des Streichens in Betracht zieht, so sieht man im NW, wo sich die westlichen meridionalen Ketten dem Patkoi-Gebirge nähern, das Streichen etwas gegen NNO umbiegen und sich demjenigen des Patkoi anschliefsen und mit demselben zusammen an dem Nordostende der Himalaya-Ketten scharen. Hier ist vielleicht das engste Zusammendrängen der hinterindischen Ketten, die weiter nach Süden mehr auseinandertreten, grofse Längsbrüche, Senkungsfelder und Reihen jüngst erloschener Vulkane führen.

Über diesen wichtigen Punkt, wo Himalaya-System, hinterindische und auch von Tibet her noch Kuen-lun-Ketten sich berühren, macht sich Loczy folgende Vorstellungen, die wir wörtlich anführen wollen, nachdem noch erwähnt ist, dafs das ganze Gebirge zwischen Assam und Bhamo die Streichrichtung des Himalaya zeigt, „die sich durch Vermittelung eines Granitmassivs den hinterindischen meridionalen Zügen annähert. Ob nun die nordöstlich streichenden Gebirgsfalten unter dem Meridian von Bamo abbrechen oder auf einer sigmoiden Linie sich aufs neue den meridionalen Gebirgsketten West-Jün-nans anschmiegen, mufs vorläufig noch als eine offene Frage betrachtet werden".

Die Zusammenfassung aber lautet (l. c. p. 818):

„Bis nun sind es blofs Wahrscheinlichkeitsgründe, die uns vermuten lassen, dafs der Kangin, der Tang-la und die südlich von denselben gelegenen osttibetanischen latitudinalen Gebirgsketten parallel mit den Flüssen Djhii-tschu (Kin-scha-kiang), Tschiamdo-tschu und Giama-nu-tschu sich gegen OSO und späterhin gegen SO wenden und auf diese Weise in die meridional streichenden Ketten West-Se-tschuens übergehen. Dafs diese letzteren aber durch die westliche Hälfte der Provinz Yün-nan hindurch in ihrer weiteren Fortsetzung die Gebirgsketten der Halbinsel Malakka und im Verein mit den ihnen parallelen barmanischen Ketten den Bogen der Inseln Sumatra und Java bilden, kann nach den oben angeführten Daten keinem weiteren Zweifel unterliegen.

Die Assamer Gebirge laufen in einem von NO herkommenden und gegen W konvexen Bogen zu den meridionalen Falten des Arakan-Tschittagong-Gebirgslandes hin. Es erleidet wohl keinen Zweifel, dafs diese Bogen in ihrer ganzen Erstreckung dem System der hinterindischen Falten angehören, doch hat sich in ihrer Aufstauung der dem im Himalaja gegen SO gerichteten tangentialen Schub gleichzeitig entgegenwirkende (nordwestliche) Gegendruck geäufsert. Die vermutete Analogie des Patkoi-Gneifses mit dem Gneifse von Assam (Shillong) und Bengalen ist eine derartige Erscheinung, die, wenn sie auf genetischem Konnex basieren sollte, zu ihrer Erklärung noch der empirischen Nachweise entbehrt.

Ob ferner der Kreidezug des Arakan-yoma in der Barail-Patkoi-Gebirgskette aufhört, oder ob derselbe quer vor dem östlichen Ende des Himalaja am nordwestlichen Abhange des Nam-kiu in dem zwischen dem Irawadi und Bramaputra befindlichen Berglande eine Fortsetzung besitzt und sich gegen die am nördlichen Ufer des Tengri-nor entdeckten Kreidevorkommen hinzieht, mufs vorderhand ebenfalls als eine jener Konjekturen bezeichnet

werden, die in bezug auf den Bau des zwischen dem östlichen Himalaja und den hinterindischen Ketten gelegenen Berglandes möglich sind."

Wir sind hiermit am Ende der allgemeinen Übersicht der Gebirgssysteme und dessen, was wir heute über ihre Beziehungen zu einander wissen, angelangt.

Wie sich uns am Ausgangspunkte von den Höhen der Pamirs ein weiter Überblick über die in dem gewaltigen Knotenpunkte von Westen wie von Osten zusammenlaufenden Gebirgsmassen geboten hatte, der in seinen Fernen weit über unsre Ziele hinaus geführt und bis zu Europas Hochgebirgen weitergeleitet hat, so verliert sich auch unser Blick in kontinentale und pazifische Weiten, wenn wir vom grofsen Stauungspunkte der östlichen Gebirge, von dem Ostende der Himalaya-Ketten Umschau halten.

Wird sich die bis jetzt als sehr wahrscheinlich hingestellte Auffassung bestätigen, dafs die südöstlichen Ketten Tibets, vor allem der Tang-la, im jähen Umbiegen die Wurzeln der hinterindischen Ketten bilden, so wäre das Ostende des Himalaya einem in das brandende Meer vorspringenden Fels zu vergleichen, um dessen Fufs sich die Wellenkämme herumlegen und auch anschmiegen, wie im Patkoi-Gebirge auch die hinterindischen Ketten in das NO-Streichen des östlichen Himalaya gezwungen sind.

Verfolgen wir die Gebirge Hinterindiens in ihrem weiteren Verlaufe, so sehen wir eine Anzahl der Parallelketten der westlichsten Zone am Kap Negrais und östlich davon abbrechen und unter das Meer versinken, aus welchem nur einzelne ihrer Häupter in den Andamanen und Nikobaren noch über den Meeresspiegel sich erheben; eine mittlere jüngere Zone mit tertiären Schichten und den aufgesetzten Vulkanen ist besonders bemerkenswert, und die innere Zone der paläozoischen und altkrystallinen Gesteine ist nicht nur im Merui-Archipel und auf Tenasserim, sondern auch auf dem Festland der hinterindischen Halbinsel selbst zu verfolgen bis an deren Ende. Dieselben Elemente kehren in Sumatra wieder und besonders stark entwickelt ist die tertiäre Schichtreihe mit den auf Längsbrüchen aufsitzenden Vulkanen, welche noch durch Java nach Osten weiterziehen. Selbst Timor zeigt noch durch seine Karbon- und Jura-Faunen die tektonische Zugehörigkeit zum grofsen gebogenen System der hinterindischen Ketten.

Nach einer andern Richtung hin eröffnet nun der oben bezeichnete Standpunkt ebenso weite Perspektiven. Der nördlich liegende Tang-la hat in seinem westlichen Teile die Streichrichtung des Kuen-lun, zu dessen mittlerem Teile er gerechnet wurde; der östliche Teil desselben Gebirges schiebt sich weit nach China vor und hat als Teiler der beiden physiographisch und genetisch ganz heterogenen Teile Chinas grofse Bedeutung; selbst der Abbruch des Gebirges zur grofsen östlichen Ebene Chinas vermag ihn nicht ganz zu unterdrücken: im Hwai-Gebirge taucht er weiter östlich wieder auf, und wenn Loczys Kombinationen richtig sind, ist er es, der in einzelnen Gebirgsstücken am unteren Yang-tsekiang stellenweise auftauchend uns zum südlichen Japan hinüber die tektonische Vermittelung gibt.

Im Angesicht New-Guineas und Australiens und an der Begrenzung des asiatischen Kontinents gegenüber dem südlichen Japan finden vorläufig unsere Betrachtungen ein Ende.

II. Die geologische Entwickelungsgeschichte.

Die geologisch-geschichtliche Entwickelung Zentralasiens und Chinas zeigt bemerkenswerte Phasen, und auch zwischen den einzelnen gröfsern Gebietsteilen sind Unterschiede in derselben vorhanden, welche die Gründe für die Verschiedenheiten des heutigen Zustandes bilden.

Ehe wir auf die speziellen Verhältnisse einzelner Gebiete eingehen können, mag hier ein in grofsen, nur die wichtigsten Wendepunkte bezeichnenden und für die weitesten Teile gültigen Zügen gehaltenes Bild entworfen werden; dadurch wird uns das Grundgebäude geschaffen, an welchem die Fülle der Einzelheiten nur den ornamentalen Schmuck noch anzubringen hat.

In jenen, im geologischen Sinne ältesten Zeiten, in welchen die tiefsten Schichten des Grundgebirges bei uns in Europa entstanden, wurden auch in den hier betrachteten Gebieten analoge Gesteine, nämlich Urgneifse, zum Teil von Graniten durchdrungen, nicht allein gebildet, sondern auch zusammengefaltet und zu Gebirgen aufgetürmt. Diese Gebirgsmassen sind wieder verschwunden und auf ein fast ebenes Niveau reduziert worden, auf dem sich dann eine neue Gneifsformation mit Glimmerschiefern, Quarziten und krystallinen Kalken ablagern konnte, welche ihrem Alter nach immer noch dem Grundgebirge angehören. Sicher waren diese jüngern Bildungen in grofser Ausdehnung vorhanden, aber die folgenden geologischen Vorgänge haben nur spärliche Reste derselben für unsere Beobachtung übrig gelassen.

Man kommt nicht häufig in die Lage, in einem so schwierigen Gebiete wie dem des Grundgebirges und der krystallinen Schiefer die Bildung einer untern Abteilung, deren Zusammenfaltung durch gebirgsbildende Kräfte und endlich deren totale Entfernung oder Abrasion und die darauffolgende Ablagerung ebenfalls noch dem Grundgebirge angehöriger Sedimente so klar nachweisen zu können, wie dies hier der Fall ist; und doch ist dies nur e i n Cyklus von Vorgängen, der sich im zentralen Asien noch zweimal wiederholt hat bis zu der Zeit, in der die Steinkohlen abgelagert wurden, deren Periode immer noch sehr weit in der Geschichte geologischer Zeiträume zurückliegt.

Diese erste Hauptperiode schliefst am Ende des archäischen Zeitalters mit einer erneuten Kräftewirkung und begleitender Gebirgsbildung auf demselben Gebiete ab, die sich von der ersten gebirgsbildenden Phase nur dadurch unterscheidet, dafs von ihr auch die jüngern archäischen Gesteine, welche die abradierten Reste der ältern Gneifsformation überlagerten, mitbetroffen wurden.

Es beginnt nun dasselbe Spiel von neuem.

Wieder tritt eine Periode der Zerstörung und gänzlichen Abhobelung dieser Gebirgswelt ein, — eine erneute Abrasion nach dem geologischen Sprachgebrauche —, wieder lagern sich auf der ausnivellierten Fläche in dem über sie weggehenden, transgredierenden Meere neue Sedimente in horizontaler Lagerung ab, die nunmehr schon Zeiträumen entsprechen, in welchen sich anderwärts die ältesten versteinerungsführenden Schichten, Kambrium, Silur und Devon, gebildet haben. Ebenso ausgedehnt wie diese Periode der Meeresbedeckung und Ablagerung der Zeitdauer nach war, ebenso sehr war sie über weite Gebiete Chinas und Zentralasiens ausgebreitet.

Und gerade wie der erste, der archäische Cyklus der Bewegungen, so schliefst auch der zweite, die sinische Hauptperiode, mit allgemeiner Hebung und stellenweise weit ausgedehnter Trockenlegung und Faltung.

Diese Vorgänge traten ein, noch ehe die ältesten Schichten der Kohlenformation abgelagert wurden!

Die Kohlenformation führt sich nun — zum dritten Male tritt das in der geologischen Geschichte Asiens auf — wieder ebenso ein wie die jüngere Gneifsbildung und die sinischen Ablagerungen: Wiederum sehen wir das Meer festes Land erobernd vordringen, die eben erst gebildeten Gebirge zerstören und in dritter Abrasion und Transgression die Physiognomie des Gebietes von Grund aus verändern.

Zu unterst entstanden kalkige Bildungen, darüber aber die Kohlen, welche in China und weit nach Westen hin eine Verbreitung besitzen, die sonst nirgends auf Erden erreicht wird.

Nur das allmähliche Vordringen des Meeres über festes Land machte diese extensive Kohlenbildung möglich, und es wären vielleicht noch viel ausgedehntere Kohlenfelder und Becken vorhanden, wären nicht am Ende der Steinkohlenzeit wieder — genau wie bei den frühern Cyklen — grofse Umgestaltungen eingetreten, die das Ergebnis hatten, dafs die gröfsten Teile Chinas und Zentralasiens nunmehr endgültig Festland wurden, um es bis zum heutigen Tage zu bleiben. In den nördlichen Gebieten waren diese Bewegungen mehr Schollenbewegungen mit relativen Niveauveränderungen; im südlichen China aber und am Südfufse des östlichen Kuen-lun charakterisieren sie sich wieder als echte gebirgsbildende Faltungen, und damals mag dieses Gebirge seine höchste, die heutige weit übersteigende Erhebung besessen haben. Wie gewaltsam die Kräfte noch wirkten, zeigt die Erscheinung, dafs ganze Schichtsysteme auf andre hinaufgeschoben worden sind.

Von nun an hatten diese Gebiete verhältnismäfsig Ruhe. Die Grundlinien des heutigen Reliefs waren schon zu Ende der Kohlenformation gelegt, und während der enormen, in Jahren nicht ausdrückbaren Zeiträume, während welcher sich die gröfsere Mehrzahl unsrer europäischen Sedimente bildete, während der ganzen Perioden des Rotliegenden und Zechstein, unsres Buntsandsteins, Muschelkalks und Keupers, während des ganzen Jura, der ganzen Kreide und im Tertiär, das die biologischen Elemente unsrer heutigen organischen Welt assimiliert — während aller dieser Äonen war der zentrale und östliche asiatische Kontinent zum gröfsten Teile, was er heute noch ist: ein Gebiet, preisgegeben den mechanischen und abtragenden Kräften der Erosion, d. h. des als Regen niederfliefsenden Wassers, des felsen lockernden Frostes, der chemischen Auflösung und Verwitterung.

Diese dritte Hauptperiode der geologischen Geschichte Asiens ist vielleicht die bedeutendste; sie reicht von der Entstehung des karbonischen Festlandes bis zum heutigen Zustande, und nur Bruchbildungen haben zu einzelnen Zeiten die Wirkung der Erosion unterstützt und einzelne Gebirgsteile durch Absinken zum Verschwinden gebracht; so ist z. B. die östliche Fortsetzung des Kuen-lun durch einen grofsen Bruch abgeschnitten, an dessen östlicher Seite die weite chinesische Ebene beginnt.

Anderseits wieder sind viele Gebirgsteile infolge des Absinkens einzelner Schollen stärker hervorgetreten.

Solche Kräfteäufserungen, wie in den beiden ersten Hauptperioden, während deren drei Gebirgssysteme aufgerichtet und wieder zum Verschwinden gebracht wurden, die dann ein viertes aufrichteten, das den Grundplan des heutigen Reliefs schon in jenen zurückliegenden Zeiten enthielt, bieten ebensowohl wie die dritte Hauptperiode, die ununterbrochene Festlandsperiode, dem Geologen Stoff in Hülle und Fülle für das Studium des Mechanismus der waltenden Kräfte und ihrer Wirkungen. Es ist daher gerechtfertigt, auch nach dieser Seite hin etwas genauer zu betrachten, zu welchen Erkenntnissen die mit Eifer fortgesetzten Bemühungen geführt haben, und welche Unterschiede zwischen den einzelnen Teilen wir schon heute zu erkennen vermögen.

Gröfsere Übersichten über die geologisch-geschichtliche Vergangenheit von Zentralasien und China haben ebensowohl v. Loczy wie v. Richthofen gegeben, und auch Bogdanowitsch hat für das nordwestliche Tibet mit markanten Zügen die Wendepunkte bezeichnet. Das gleiche Verdienst hat sich Obrutschew um den Nan-schan erworben.

Wir werden im wesentlichen im Anschlufs an diese Darstellungen versuchen, dem Gang der Entwickelung zu folgen, um durch ihn die heutige physiognomische Beschaffenheit, wie wir sie im ersten Teile kennen gelernt haben, zu erklären.

Die ältesten Gneifse. Die Besprechung der ältesten Formationsglieder, die in Zentralasien und China in weiter Verbreitung — wenn auch oft durch jüngere Bildungen verdeckt — vorkommen, setzt eigentlich voraus, dafs man von vornherein zu den verschiedenen Auffassungen Stellung nimmt, welche über die Entstehung und Bildungsweise der ältesten Teile des Grundgebirges unter den Geologen noch herrschen, und welche je nach dem

Standpunkte, den man ihnen gegenüber einnimmt, geeignet sind, das Bild der ältesten Zeiten des asiatischen Kontinents wesentlich zu verändern.

Es ist doch eine fundamentale Verschiedenheit, ob man in den „Urgneifsen und Gneifsgraniten“ v. Richthofens, die in steilen Stellungen „als Unterlage aller spätern Gebilde“ mindestens eine sehr weite, vielleicht eine allgemeine Verbreitung in China haben, Teile einer ältesten Erstarrungskruste sieht, oder ob man für sie eine Entstehung durch Regional-Metamorphose ältester Sedimente voraussetzt.

Es mufs auffallen, dafs Loczy ausdrücklich hervorhebt, dafs die nach seinen Beobachtungen eventuell hierher zu rechnenden Gesteine nicht aus der frühesten Zeit ihrer Ära, sondern aus einem jüngern Abschnitte derselben stammen. Solch ältere archäische Formationen nämlich, die von alten Sedimenten der huronisch-kambrischen und sinischen Systeme diskordant überlagert wurden, hat er auf seiner ganzen Reise nicht erblickt.

Wie man sich nun aber auch zur prinzipiellen Frage stellen mag, so scheint doch das eine aus den abweichenden Bemerkungen der genannten beiden Forscher hervorzugehen, dafs im östlichen Teile des Kontinents mit einer nach Westen hin noch nicht feststehenden Ausdehnung die Glieder der ältesten archäischen Formationen die Basis bilden, welche besonders in Liau-tung und Schan-tung der Beobachtung zugänglich ist. v. Richthofen hebt ausdrücklich die Bedeutung einer Abrasionsfläche hervor, welche die schon aufgerichteten und steilgestellten ältesten archäischen Formationen abschneidet, und auf der die jüngere Gneifsformation zur Ablagerung kam. Für diese letztere kann die sedimentär-metamorphe Entstehungsart nach den mitgeteilten Beobachtungen kaum einem Zweifel unterliegen, und ihr weiter nach Westen reichendes Verbreitungsgebiet (im nördlichen Schansi und Tschili besonders) stellt den Zusammenhang mit den von Loczy zu den jüngern Gneifsen gestellten Bildungen im östlichen und mittlern Kuen-lun und in einzelnen der hinterindischen Ketten her.

Hierdurch ist erst eine Vergleichsbasis geschaffen, die es gestattet, mit einiger Sicherheit die entsprechenden Formationen aus allen Teilen des uns hier interessierenden Gebietes zu parallelisieren.

Da wir diesen ältesten Gesteinen nicht wieder begegnen werden, so mögen die wichtigsten Punkte, auf Grund deren ihnen v. Richthofen eine selbständige Stellung einräumte, besonders hervorgehoben werden.

Zunächst ist es ihr gleichbleibendes Streichen nach NNW; die jüngern Gneifse (Hornblendegesteine und Chloritgneifse) haben einen abweichenden petrographischen Charakter, ganz andre Streichrichtungen und überlagern jene wohl auch diskordant, obwohl hierüber keine beweisende Beobachtung vorliegt. Wenn diese Vermutung das Richtige trifft — und alle Wahrscheinlichkeit spricht dafür —, so wäre der Schlufs auf eine vorhergegangene Abrasion und Transgression geboten, so dafs die gleich zu erwähnende Transgression, die wir aber mit v. Richthofen als erste bezeichnen wollen, in der That schon die zweite wäre!

Man ist nicht oft in der Lage, an derartigen unzweifelhaft alt-archäischen Formationen solche tektonischen Beobachtungen zu machen, und um so wichtiger sind daher diese spärliche Daten, welche v. Richthofen allein bisher mitzuteilen in der Lage war.

Wenn man aber die jüngere Formation von Gneifsen und krystallinen Schiefern in ihrer bisher nachgewiesenen Verbreitung verfolgt, so erhält man zum erstenmal ein allerdings in sehr weiten Grenzen sich bewegendes, aber doch über die weitesten Teile Zentralasiens und Chinas erkennbares Altersniveau, das wir zum Ausgangspunkte unsrer historischen Darstellung nehmen wollen, bzw. die ihrer Bildung vorausgegangene I. Transgression.

Die *jüngere Formation krystalliner Schiefer* besteht aus dem bunten und vielgestaltigen Wechsel aller möglichen Arten von krystallinen Schiefern, zwischen denen es auch nicht an echten Eruptivgesteinen fehlt, denen durch die dynamometamorphen Umwandlungen oft

der Charakter von Schiefergesteinen aufgeprägt worden ist. Richthofen erwähnt sie von den oben angegebenen Punkten; Loczy hat sie vielfach getroffen und zu ihnen die archäischen Gesteine gestellt, die im mittlern Kuen-lun, wo sie eine verhältnismäfsig unbedeutende Rolle spielen, im Tsin-ling-schan, im Becken des Si-ning-ho, zwischen den sinischen Gebirgsketten im nördlichen Sze-tschwan und endlich in meridionalen Zügen des westlichen Teiles dieser Provinz und in Jün-nan auftreten.

Es liegt kein Grund vor, die im westlichen Kuen-lun von Bogdanowitsch als älteste gebirgsbildende Formation erwähnten Gneifse und krystallinen Schiefer für älter zu halten, und dasselbe dürfte von den krystallinen und Gneifs-Axen der in den Pamirs zusammenlaufenden Gebirge gelten. Für Teile derselben kommt viel eher die Frage in Betracht, ob sie nicht noch jüngern Alters und dem folgenden System zuzurechnen sein dürften.

Wo es gelang, die tektonischen Verhältnisse dieser jüngern Schieferformation zu den ältern archäischen Gebirgsgliedern festzustellen, ergab sich durch ihre diskordante Überlagerung, im Verein mit ihrer oft geringern Aufrichtung und Faltung, das Vorhandensein einer Transgression, die einem jedenfalls sehr langen, der Bildung der jüngern Gneifsformation vorausgegangenen Zeitabschnitte entspricht, während dessen die ältesten Gesteine zusammengefaltet und auch wieder durch Erosion und Abrasion im weitesten Umfange zerstört und entfernt worden sein müssen.

Über den durch die Abrasionsfläche abgeschnittenen Häuptern des fremdartigen NNW streichenden abradierten Gebirges der Urgneifse sehen wir die Schichten der jüngern Schieferformation abgelagert, als deren jüngster Teil die Wutai-Formation gelten kann, die wir ebenso wie Loczy als drittes Glied der archäischen Gesteinsreihe den ältesten oder Urgneifsen und den jüngern krystallinen Schiefern anreihen.

Die *Wutai-Formation* ist nach ihrer untern wie obern Grenze in verschiedenen Gebieten schwer zu bestimmen. Sie besteht ihrer Hauptmasse nach aus grünen Schiefern, die über sehr mächtigen Quarziten und Konglomeraten liegen und somit aus metamorphen Sedimenten bestehen.

Loczy spricht es als sehr wahrscheinlich aus, dafs die im mittlern Kuen-lun und besonders im Nan-schan-System so sehr verbreiteten und darnach benannten Sandstein- und Flysch-Komplexe das Wutai-System vertreten, wenn sie auch einen geringern Grad metamorpher Umwandlungen gegenüber diesen letztern zeigen und insbesondere ihnen durchaus ähnliche flyschartige Gesteine im Südosten des Tibetanischen Hochlandes durch die ganzen paläozoischen Formationen hindurchgehen und in ihren jüngsten Teilen schon mesozoischen Alters sind.

Für jene von Loczy getroffene Parallelisierung spricht vor allem die tektonische Stellung der Nan-schan-Schichten, indem sie über den jüngern archäischen Schiefern und unter den altpaläozoischen Kalken des sinischen Systems liegen.

Von diesen Gleichstellungen als Grundlage ausgehend, kann man sich von dem Ende der archäischen Periode etwa folgendes Bild machen.

Die Verbreitung der jungarchäischen Formationsglieder vom östlichen China bis über den westlichen Kuen-lun hinaus, die nördlich aus dem Thian-schan wie aus der Gobi bekannten alten krystallinen Gesteine und die ältesten Glieder der hinterindischen Ketten haben sich über diesem enormen Areal als Meeressedimente gebildet; wo die Gebirge und Festländer lagen, aus deren Abtragung sie hervorgegangen sind, ist aus den zu lückenhaften Daten nicht mehr zu erkennen; nur von Liau-tung und Schan-tung wissen wir, dafs sie ein noch viel älteres Faltengebirge tragen, das aber schon zur Zeit des Schlusses der archäischen Ära der Abrasion anheimgefallen war. Ob vielleicht in einzelnen Teilen des weiten Gebietes ältere Gebirgskerne über das Meer emporragten, ob vielleicht die uralten Gebirge, deren Entstehung wir noch vor Beginn der paläozoischen Zeit kennen lernen werden, schon

in noch ältern Faltungsphasen vorgezeichnet waren, oder ob wir die Herkunft des klastischen Materials unsrer mächtigen jüngsten archäischen Formationsglieder in ganz unbestimmten, aber nach dem Charakter dieser Sedimente (Sandsteine, Konglomerate!) nicht zu weit entfernten Teilen Asiens suchen müssen: wir wissen es nicht, und werden aufser vielleicht ganz dürftigen Anhaltspunkten darüber nichts erfahren. Wir dürfen vor allem nicht vergessen, dafs es oft schon schwer genug gelingt, den Ursprung dieser hochmetamorphen, krystallinen Schiefer durch mechanische Kräfte und Sedimentation zu erweisen, dafs aber die Anhaltspunkte über Unterbrechungen oder Veränderungen der bei ihrer Bildung herrschenden physikalischen Umstände in dem Mafse unsicherer werden, in welchem der ursprüngliche Gesteinscharakter durch chemische und mechanische Einflüsse verdeckt worden ist und sich der uniforme Charakter krystalliner Metamorphose den Gesteinen aufgeprägt hat.

Auf sichererm Boden stehen wir erst für die Beurteilung der tektonischen Vorgänge, welche diese archäischen Gesteine betroffen und aufgerichtet haben, welche aber schon für verschiedene Teile unsres Gebietes — Zentralasien und China — eine wesentliche Differenzierung erkennen lassen und uns hohe Faltengebirge zeigen zu Zeiten, in welchen an andern Stellen eine ununterbrochene Meeresbedeckung andauerte. Aber auch hier ist eine Einschränkung geboten: wir kennen nicht die Zeitdauer der zu besprechenden tektonischen Revolutionen und wissen nicht, wie sich innerhalb ihrer Wirkungsphase die einzelnen Erscheinungen zeitlich zu einander verhalten. Man kann für sie den Zeitpunkt nur in soweit bestimmen, dafs sie vor der Ablagerung der ältesten paläozoischen Schichten schon vollzogen waren. Während die Geologie für die Zeitbestimmung der sich im Meere abspielenden Prozesse ein relatives Mafs in den von demselben hinterlassenen Ablagerungen besitzt, fehlt ihr ein solches für Vorgänge während Festlandsperioden eines Gebietes vollständig, nur der Anfang und das Ende einer solchen sind unter günstigen Umständen zu ermitteln.

Vor der Ablagerung der sinischen Sedimente, welche dem ältesten Paläozoikum angehören, war besonders das östliche China der Schauplatz grofsartiger Faltenbewegung der Erdrinde.

v. Richthofen zeigte uns, dafs in dem schon von alters her unruhigen Schan-tung und Liau-tung wieder von neuem Kräfte erwachten, welche die Schichten aufrichteten und zusammenfalteten, aber diesmal in der Richtung WSW—ONO. Diese Faltungen reichten nicht in das westliche Schan-tung hinüber, das eine feste Scholle bildete; aber wie aufserordentlich intensiv hier die Vorgänge der Gebirgsfaltung gewesen sein müssen, geht am besten aus v. Richthofens eigenen Worten hervor[1]):

„Es genügt, auf die in einer Mulde westlich von Tshi-fu erhaltenen Reste der aufserordentlich mächtigen Gebilde der vierten Periode (jüngere archäische Schiefer und Wutai-Formation) oder die verstreuten Ruinen derselben in Liau-tung hinzuweisen, um einen Begriff zu erhalten, wie gewaltig die Gebirge gewesen sein müssen, welche diese Sedimentformationen in Folge ihrer Faltung aufgebaut haben. Die Massenhaftigkeit der Sedimentanhäufungen war hinreichend, dafs durch den Grad der Faltung, wie wir ihn in den wenigen erhaltenen Muldenböden erkennen, vollkommene Alpengebirge aufgetürmt werden konnten."

Solchergestalt dürfte das nördliche China — bis in das nördliche Schan-si findet man Spuren dieser Faltung, wenn sie nicht durch den Mantel jüngerer Bildungen verdeckt sind — von einem Faltengebirge bedeckt gewesen sein, von dem wir nur noch spärliche Reste finden, die aber schon die Streichungsrichtung eines Gebirgssystems in WSW-ONO-Richtung erkennen lassen, das in spätern geologischen Zeiträumen im südöstlichen China eine bedeutende Rolle spielte und noch für dessen heutige Konfiguration mafsgebend ist.

Dieses Bild wird durch Loczy in sehr wünschenswerter Weise vervollständigt. Vor allem von Wichtigkeit ist hier seine Bemerkung, dafs nirgends in seinem Reisegebiete eine

---

[1]) v. Richthofen, China II, 709.

diskordante Überlagerung der krystallinen Schiefer inkl. des Wutai-Systems durch huronisch-kambrische oder sinische Sedimente zu beobachten war; diese Thatsache setzt uns in den Stand, für die hier jetzt zur Erörterung stehende Zeitperiode die ungestörte Fortdauer der Meeresbedeckung zu erkennen für den mittlern und in noch weiterm Grade für den östlichen Kuen-lun und die sich an ihn im Süden anschmiegenden Teile der sinischen Ketten, so weit man aus ihnen spätarchäische Ablagerungen kennt.

Es scheint auch, dafs im westlichen Kuen-lun und Thian-schan sich um dieselbe Zeit Faltungen vollzogen, denn Bogdanowitsch erwähnt, dafs die Schichtenserie, welche er den Gneifsen Chinas und der Wutai-Formation v. Richthofens gleichstellt, durch einen hohen Grad von Dynamometamorphose ausgezeichnet ist, stets in sehr gestörten Schichtstellungen gefunden und immer von dem jüngern Hangenden, dem untersten Paläozoikum diskordant überlagert wird. (Vgl. die Profile 1 und 2 auf Tafel II.) Es lassen sich somit für den Thian-schan und westlichen Kuen-lun die ältesten Anlagen der Gebirgsbildung bis in die präpaläozoischen Zeiten verfolgen, und für die östlichen Teile des Kuen-lun sind tektonische Bewegungen, wenn auch nicht Faltungen, ebenfalls durch Bruchlinien in WzN — OzS Richtungen, welche in spätern Zeiten vorherrschend wurden, angedeutet.

Das Fehlen der ältesten paläozoischen Sedimente südlich vom Tsin-ling-schan zeigt, dafs hier ebenfalls, wie in Nord-China, Festland war.

Die berührten Vorgänge, welche eine solche Umwälzung in dem gegenseitigen Verhältnis von Meer und Festland hervorriefen, waren, wie meist tektonische Bewegungen von dieser Bedeutung, von den Ausbrüchen zahlreicher eruptiver und dem Eindringen intrusiver Gesteine begleitet. Alle Forscher heben auch die förmliche Durchdringung der krystallinschieferigenGesteine durch granitische, dioritische und porphyrische Gesteine, welche mit den Aufbruchs- und Verwerfungszonen im Zusammenhang stehen, hervor. Auch auf den Profilen der Tafel II kommt dieses Verhältnis gut zum Ausdruck.

Die nächste grofse Phase der geologischen Geschichte Zentralasiens und Chinas wird durch ein Übergreifen des Meeres über die Festlandsteile eingeleitet. Die Hochgebirge unterliegen der Abtragung, eine positive Strandverschiebung führt das Meer wieder über das Festland, welches durch die Abrasion seitens der Brandungswellen auf eine fast ebene Fläche reduziert wird, auf welcher sich dann von neuem Meeressedimente ablagern. Nur die steilgestellten Schichten unter der Abrasionsfläche und die sie unkonform bedeckenden jüngern Sedimente geben Zeugnis von diesen Vorgängen.

Mit dieser Abrasion läfst v. Richthofen die *zweite Hauptperiode* der Entwickelung Zentralasiens und Chinas beginnen, die er folgendermafsen charakterisiert:

„Die innere Zusammenfaltung der ältern Formationen war vollendet; das Grundgerüst im geologischen Bau des nördlichen China bestand seiner innern Struktur nach fertig gebildet und hat Umgestaltungen in seinem eigentlichen Wesen nicht mehr erlitten. Wir finden Schollenbewegungen und Brüche, aber mit wenigen örtlichen Ausnahmen, keine weitern stauenden Bewegungen, während im südlichen China noch einmal, wenn auch nach langer Unterbrechung, eine Periode der Faltung eintrat. Um so gröfser waren die äufsern Veränderungen, welche im nördlichen China geschahen, um den Boden für die paläozoischen Ablagerungen zu bereiten.“

Wo der Übergang der archäischen in die paläozoische Ära sich wie an den von Loczy bezeichneten oben angeführten Stellen während einer kontinuierlichen Meeresbedeckung vollzog, ist natürlich von einer Diskordanz oder Transgression der jüngern Sedimente nichts wahrzunehmen; im nordöstlichen China aber bezeichnet v. Richthofen die mit der Abrasion verbundene Transgression als die zweite oder Transgression der sinischen Schichten (die erste liegt zwischen den Urgneifsen und jüngern Gneifsen von Schan-tung und Liau-tung), während im westlichen Kuen-lun Bogdanowitsch sie mit dem Namen Kuen-lun-Transgression belegt.

Dasjenige Schichtsystem nun, das transgredierend in den einen und konform in den andern Teilen über den archäischen Schiefern folgt, ist das *sinische System* oder das älteste Paläozoikum. Durch das an dem Charakter der Sedimente erkennbare, von SO—NW gerichtete Vordringen des Meeres über das Festland war der Boden für die neuen Ablagerungen geebnet und vorbereitet; nur einzelne Gneifs- oder Granitkerne, die besondern Widerstand leisten konnten, ragten noch als ältere Klippen in die jüngern Bildungen hinein und sind heute noch als solche zu erkennen.

Der Natur ihrer Bildung durch abgetragene Festlandstrümmer entsprechend, bestehen diese ältesten paläozoischen Sedimente aus grob-klastischem Material, das aber rasch schieferigen, thonigen und besonders auch kalkigen Bildungen weicht, wo weitere Entfernung von der Küste oder das konforme Weitergehen der Sedimentation aus archäischer Zeit vorauszusetzen ist. So sah Loczy im Nan-schan &c. halbkrystalline Kalke, auch Trümmermaterial und metamorphe Schiefer: Gesteine, welche mit sehr weitgehender petrographischer Ähnlichkeit auch in den meridionalen Gebirgen Südwest-Chinas angetroffen und jenen andern gleichgestellt wurden.

Wenn für das Alter der „sinischen Schichten" die kambrische Stufe in Anspruch genommen wird, obwohl noch keine Versteinerungen aufser aus einem ziemlich hoch im sinischen System liegenden Horizont bekannt sind, welche mehr der Fauna des amerikanischen Potsdam-Sandstone als der des schwedischen Kambriums ähnlich sind, so mufs an die Bemerkung v. Richthofens erinnert werden, dafs hier eine aufserordentlich lange Schichtreihe als ein Ganzes zusammengefafst wird als „Sinisches System" und dafs „die Formation Chinas, in welcher die Schichten mit der Primordialfauna einen zwar wohl bestimmbaren, aber räumlich untergeordneten Horizont bilden, sehr viel weiter hinabreicht und daher eine viel längere Periode umfafst, während sie nach oben ohne merkliche Unterbrechung bis in das Untersilur hineinreichen dürfte" [1]).

Die Ausdehnung, welche zur sinischen Zeit das transgredierende Meer erreichte, ist durch die über Schan-tung, Schensi, Schansi, Tschili, Ho-nan, die südliche Mandschurei und Kansu konstatierte Verbreitung seiner Sedimente bezeichnet.

Die sinischen Ablagerungen fehlen aber innerhalb des östlichen Kuen-lun selbst und in den unmittelbar südlich angrenzenden Gegenden; sie erreichen erst im südöstlichen China wieder eine gröfsere Ausdehnung. v. Richthofen sagt: „Bei dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis steht nichts der Annahme entgegen, dafs während der sinischen Periode im Süden der Kwen-Lun-Linie ein Festland lag, und zwar werden wir uns dasselbe schon als ein Gebirge vorzustellen haben, welches aus denselben Gneifsen und Wutai-Schichten bestand, die jetzt am Nordrand mit einem jener Linie parallelen Streichen herrschen." Diese Vorstellungen werden auch durch Loczy nicht geändert, der in der nördlichen, ältesten Erhebungsaxe des Kuen-lun das Nordufer des silurischen Meeres sieht, das, wie auch das sinische, von Südchina bis über den Ostrand des heutigen tibetanischen Hochlandes reichte.

Die den ältern paläozoischen Zeiten, dem Silur und Devon entsprechenden Meeresablagerungen zeigen in China gegenüber den als kambrisch angesprochenen sinischen Sedimenten eine bemerkenswerte Beschränkung auf das Gebiet südlich vom östlichen Kuen-lun; im Norden desselben fehlen sie, ohne dafs aber daraus der Schlufs gezogen werden könnte, dafs das Meer sich von dort zurückgezogen hatte. Loczy nimmt das allerdings an, wie die oben citierte Stelle beweist; v. Richthofen sucht aber (l. c. II, 648) in längerer Ausführung nachzuweisen, dafs es viel eher den natürlichen Verhältnissen entsprechen würde, an Stelle des plötzlichen Umtausches der Rollen der Länder nördlich und südlich vom östlichen Kuen-lun, wo während der vorsilurischen Zeit im Norden Meer, im Süden Land

---

[1]) v. Richthofen, China II, 108.

und nun in der silurischen Periode im Norden Land und im Süden Meer angenommen werden mufste, sich die Verhältnisse so zu erklären, dafs bei ruhig weiterdauernder Meeresbedeckung im Norden ein tiefes Sinken des Meeresbodens und dadurch eine solche Vertiefung desselben eingetreten sei, dafs die Tiefseesedimente den örtlich an seichtern Stellen differenzierenden Einflüssen sowie dem Bereiche organischen Lebens vollständig entzogen wurden und dadurch eine weitgehende Gleichförmigkeit bei nur geringem Sedimentationsbetrag erhielten. Im Süden dagegen sank das während der kambrischen Zeit vorhandene Gebirgsland allmählich unter den Meeresspiegel; die rasche und örtlich nach physikalischen und organischen Verhältnissen wechselnde Bildung der Sedimente konnte keinen Tiefseecharakter zeigen, dafür aber die Unterschiede von silurischen und devonischen Faunen sowohl wie von heteropischen Sedimenten. In andern Worten ausgedrückt würde das heifsen, dafs nördlich von der als starre Grenze figurierenden Kuen-lun-Linie ebenso wie im Süden Senkungen eintraten, die im ersten Falle aus seichteren schon vorhandenen Meeren Tiefsee schufen, im zweiten aber Festland unter das Meer versenkten, ohne extreme Meerestiefen zur Entstehung zu bringen.

Da Sedimentbildung im einen wie im andern Meere, allerdings mit gewissen Unterschieden, vorhanden ist, mufs sich die Folgerung ergeben, dafs die obersten, uniformen Tiefseecharakter tragenden Sedimente der ehemals sinischen Meeresteile Äquivalente sind der im Süden neu entstandenen silurischen und devonischen Ablagerungen. Die obern Stufen der sinischen Formation umfassen somit das hier nicht differenzierte Silur und Devon mit, und als andre Verhältnisse den Charakter des Karbonmeeres herbeiführten, setzte dieses seine Ablagerungen über den ungestörten sinischen Schichten ebenso ab wie in den andern Teilen über dem Devon, auf das es der Zeitfolge nach eintritt.

Im Lun-schan ist neuerdings das tiefste Untersilur auch durch Versteinerungen nachgewiesen.

Tektonisch hat sich, wenn man der Richthofenschen Auffassung folgt, der Vorgang vollzogen, dafs beiderseits der Kuen-lun-Linie im Norden schon früher, im Süden erst später ausgedehnte Areale abgesunken sind; nur einzelne räumlich beschränkte Gebiete alter Gebirgskerne mögen noch als Inseln über den Meeresspiegel hervorgeragt haben.

Im westlichen Kuen-lun ist Devon sicher, vielleicht auch Silur durch petrefaktenführende Horizonte vertreten. Im mittlern Teile dieses Gebirges sind nur die obern Teile der Nan-schan-Sandsteingruppe, welche den sinischen Ablagerungen gleichgestellt wurden, möglicherweise für eine Vertretung von Silur und Devon in Anspruch zu nehmen; vielleicht spielt aber dieser Gebirgsteil als trennende Schranke zwischen Ost und West eine ähnliche Rolle wie seine östliche Fortsetzung zwischen Nord und Süd. Das nachher noch zu erwähnende zungenförmige Eingreifen des ältern Karbons in die Mulden zwischen den Gebirgszügen beweist wenigstens, dafs ein Festland hier vorhanden war; aber im Norden desselben reichte wohl die Meeresverbindung von Ost nach West vor.

Aus dem durch aufgefundene Versteinerungen sichergestellten Vorkommen von Mitteldevon in Zentralasien (Thian-schan und Kuen-lun) haben sich interessante Schlüsse auf die Ausdehnung und Transgression des devonischen Meeres ergeben, indem auf der nördlichen Hemisphäre in Rufsland die Meerestransgression am Anfang des Mitteldevon, in Zentralasien und China im obern Mitteldevon und im östlichen Nordamerika im untern Oberdevon anlangte[1]).

Das Übergreifen des Meeres über bisheriges Festland, die Senkungen beiderseits des östlichen Kuen-lun haben ihren Höhepunkt am Ende der devonischen Zeit noch nicht erreicht; noch vor Beginn der Karbonzeit, deren Meeren eine noch viel allgemeinere Ver-

[1]) E. Suefs: Beiträge zur Stratigraphie Zentral-Asiens. Denkschriften der math. nat. Klasse der K. Akad. d. Wiss, Bd. LXI, Wien 1894.

breitung in Ostasien zukommt, traten äufserst gewaltsame Verschiebungen und Störungen ein, welche das Übergewicht des Meeres auf Kosten des festen Landes erhöhten, an einzelnen Stellen aber auch Trockenlegungen zur Folge hatten.

Die präkarbonischen Störungen äufserten sich in gewaltigen Verwerfungen, welche nicht nur gegenseitige vertikale Verschiebungen erzeugten, sondern am südlichen Abfalle des Tsin-ling-schan auch die intensive Faltung einer dem Kuen-lun parallelen Zone zur Folge hatten. In diese Periode der tektonischen Verschiebungen, welche von grofsen Ausbrüchen massiger Gesteine begleitet waren und dadurch auch in hohem Grade metamorphosierend auf die Sedimentgesteine wirkten, ist auch die Entstehung der Antiklinalen des Nan-kou-Gebirges im NW von Peking zu verlegen, deren nordwestlicher Flügel Festland wurde und keine jüngere Meeresbedeckung mehr trug, während auf seinem tiefer gesunkenen südöstlichen Teile die Ablagerungen des grofsen Karbonbeckens sich bildeten; auch das südwestliche Schansi wurde über den Meeresspiegel emporgehoben.

Die *karbonische Periode* zeigte demnach bei ihrem Beginne folgende Verhältnisse der Verteilung von Wasser und Land:

Von Korea und dem nordöstlichen China dehnte sich ein Meeresbecken nach Westen aus, das wahrscheinlich das ganze Becken des Han-hai erfüllte, bis zum Südrande des Thian-schan reichte und wohl mit dem europäisch-russischen Karbonmeer in Verbindung stand. Seine südliche Grenze war der Tsin-ling-schan, im Norden bildeten die Antiklinale des Nankou-Gebirges und die anschliefsenden Brüche seine Grenze gegen archäische und kambrische Gebirge.

Nach Loczy bezeichneten westlich vom Tsin-ling-schan die nördlichen Ketten des mittlern Kuen-lun die südliche Küste, an welcher das Meer zungenartig zwischen die Gebirgsketten eingriff. (Vgl. die Profile 2, 3 und 4 auf Tafel II.)

Den beiden oben erwähnten verschiedenen Auffassungen von Loczy und Richthofen über das Fehlen oder die Vertretung von Silur und Devon durch äquivalente ober-sinische Ablagerungen entspricht hier die Ansicht des erstern Forschers, dafs das Karbon in Nord-China mit einer grofsen Transgression begann und die Karbonablagerungen diskordant über den sinischen Schichten liegen (S. 798), während sie nach Richthofen in konkordanter Lagerung mit Steinkohlenflötzen über sinischen Bildungen folgen (II, 652).

Wie dem nun aber auch sei, die grofse Erstreckung dieses Karbonbeckens, das zu unterst marine, in höhern Horizonten aber durch terrestrische, reiche Kohlenflötze enthaltende Ablagerungen gebildet wird, ist festgestellt, und um den östlichen Fufs des Fu-niu-schan, des östlichsten Teiles des östlichen Kuen-lun, mag es auch in Verbindung gestanden sein mit dem zweiten grofsen Bassin der karbonischen Ozeane, das sich im Süden des Kuen-lun ausdehnte. Auch hier sind wir in der Lage, die ungefähre Verbreitung und die Zusammenhänge mit andern Meeresteilen angeben zu können.

Schon auf der Südseite des Tsin-ling-schan findet man das ältere Karbon, den Kohlenkalk, der weiter nach Süden immer bedeutender wird; im östlichen Kuen-lun selbst tritt er transgredierend über archäischen Gesteinen auf und beweist somit, dafs dem Vorrücken des Meeres zu Beginn der Karbonperiode Teile des Gebirges selbst zum Opfer gefallen sind, zu denen auch die am Ende der Devonperiode gefaltete Zone am südlichen Rande desselben gehörte.

Der Ozean erstreckte sich weit nach dem westlichen und südlichen China, wo vereinzelte Inselreihen älterer Gesteine sich aus ihm erhoben. Nach Loczy kommunizierte er längs der Saluen-Linie durch eine schmale Verbindung mit einem äquatorialen Karbonmeere, während sowohl gegen Birma wie Tongking seine Ufer lagen. Aus dem successiven Auftreten immer jüngerer Karbonschichten an der Basis der transgredierenden Schichtserie gegen Süden hin schliefst auch derselbe Forscher, dafs die ungemein ausgedehnte karbonische Transgression in Ostasien von NW gegen SO zu vorrückte.

Im westlichen Kuen-lun sowohl wie im Thian-schan scheint eine auffallende Transgression des untern Karbons nicht beobachtet zu sein; übereinstimmend aus beiden Gebirgssystemen wird erst von einer solchen am Ende der karbonischen Bildungen gesprochen.

Zwischen dem Charakter der Ablagerungen der Karbonzeit bestehen in Nord- und Südchina bemerkenswerte Unterschiede. Während dort reiche Schätze an Steinkohlenflötzen zwischen Kalken und Sandsteinen liegen und die Versteinerungen derselben dem russischen Karbon verwandt sind, stimmt die Fauna der vorwiegend aus Kalken mit sehr zurücktretender Kohlenführung bestehenden südchinesischen Ablagerungen mehr mit der indischen Fauna jung-karbonischer oder permischer Schichten der Saltrange: ein Unterschied, auf dessen Bedeutung Loczy aufmerksam gemacht hat, und dessen in Aussicht gestellte weitere Verfolgung von hohem paläozoogeographischen Interesse ist.

Die Dauer der ungestörten karbonischen Meeresbedeckung war in den beiden grofsen Meeresbecken nicht dieselbe, und auch die tektonischen Vorgänge, welche derselben ein Ende machten, waren nördlich des östlichen Kuen-lun wesentlich verschieden von denen, die im Süden walteten.

Schon das häufige Vorkommen der zwischen marine Schichten eingeschalteten Kohlenablagerungen deutet im nördlichen China auf ein Seichterwerden der Meere hin, dem dann die vollständige Trockenlegung in einer Zeitperiode folgte, die man in das Rotliegende verlegen mufs. Grofse Teile Chinas hoben sich über den Meeresspiegel, aber nicht wie bei den frühern Fällen dieser Art infolge von Zusammenfaltungen und Gebirgsbildung, sondern infolge einer gleichmäfsigen Hebung der Scholle, welche das nördliche China bildet und welche als starres einheitliches Ganzes dem Meere entstieg und hinfort nur noch von vertikalen Niveauverschiebungen längs Brüchen und Verwerfungen betroffen wurde.

Ganz im Westen aber, im westlichen Kuen-lun, sowie im Thian-schan haben sich, wie wir noch sehen werden, die Verhältnisse gegenüber der Ruhe, in welcher das nördliche China von nun ab verharrte, anders entwickelt. Im Thian-schan traten Faltungen ein noch vor Schlufs der Kohlenperiode, und die jüngern Meere abradierten die dadurch gebildeten Gebirge und drangen über das Land vor. Im erstgenannten Gebirge aber beginnt zur Zeit des Permo-Karbon, also um den Zeitpunkt der vertikalen Schollenbewegung Nord-Chinas, die *tibetanische Transgression* Bogdanowitschs, welche die Entstehung einer mächtigen jung-paläozoischen Meeresablagerung, die aus roten Sandsteinen und Konglomeraten besteht, zur Folge hatte. Noch vor dem Beginn dieser tibetanischen Transgression fanden im mittlern Kuen-lun Dislokationen und Verwerfungen statt, welche der Richtung ONO—WSW folgten, während im westlichen Kuen-lun die WNW—OSO-Richtung ebenso wie auch im östlichen Teile für die Dislokationen leitend war.

Nach Bogdanowitsch tragen „von der postkarbonischen Epoche an die tektonischen Ereignisse in jedem der zu vergleichenden Gebiete einen gänzlich verschiedenen Charakter. Von dieser Zeit an nähern sich, in Hinsicht der tektonischen Prozesse, die Grenzgebirge des nordwestlichen Tibet scheinbar den anstofsenden Teilen des Thian-schan, Karakorum und Mustagh“ [1]).

Es ist nicht ohne Bedeutung, dafs sich auch ein Unterschied in der Bildungsgeschichte zwischen westlichem und mittlerem Kuen-lun zeigt; schon vor dem Beginne der oben erwähnten Kuen-lunschen Transgression fand derselbe Gegensatz statt, indem, wie Bogdanowitsch zeigte, die Faltung im mittleren Teile ONO—WSW-Richtung, im westlichen WNW—OSO-Richtung besitzt. Das von Bogdanowitsch zum mittleren Kuen-lun gerechnete Gebirgsland stellt aber, wie schon oben erwähnt wurde, den östlichsten Teil des westlichsten Kuen-lun-Bogens dar, auf dessen weitere Geschichte wir später noch zurückkommen werden.

---

[1]) Bogdanowitsch: Einige Bemerkungen über das System des Kuen-lun. Mitteilungen der K. K. Geogr. Gesellsch. in Wien, Bd. XXXVIII, Nr. 9 u. 10, S. 508.

Im südlichen China hatten sich unterdessen die Verhältnisse auch wesentlich geändert. Im ganzen südlich des Tsin-ling-schan gelegenen Gebiete fanden intensive Faltungen statt, die durch eine aus NW wirkende Kraft erzeugt wurden und daher der Streichungsrichtung SW—NO folgen; aufserdem aber scheint es, dafs der östliche Kuen-lun selbst nach Süden bewegt und dafs dadurch das Anschmiegen der durch die Faltung entstandenen sinischen Ketten an ihn hervorgebracht wurde, wie auch die grofsen Eruptivgesteinsmassen an seinem Nordfufs die durch die Südwärtsbewegung des Gebirges entstandenen Diskontinuitäten ausgefüllt haben dürften.

Die Faltungsperiode mufs im westlichen Sze-tchwan und Jün-nan (siehe Profil 5, Tafel II) erheblich später eingetreten sein; denn hier in den meridionalen Gebirgsketten des hinterindischen Systems liegt noch über den Karbonschichten konkordant Trias, und beide sind zusammen gefaltet worden. In den Grenzgebieten zwischen den beiden genannten Provinzen liegt der Kohlenkalk nach Loczy beinahe als Tafel.

Wenn man die Verhältnisse der Ablagerungen der Karbonzeit im Norden zunächst ganz übersieht, so zeigt sich, dafs die untersten kalkigen Glieder desselben (Kohlenkalk) ausebnend wirkten und die grofsen Vertiefungen der Meeresbecken ausfüllten, so dafs sich darauf die Seichtmeerbildungen des produktiven Karbons bei vielfachem Oscillieren des Meeresspiegels ablagern konnten.

Diese Oscillationen leiteten die grofse Phase ein, während welcher überall von den Küsten her Festlandstrümmer in das Meer geführt wurden; eine grofse Abtragung oder Abrasion des bisher bestandenen Festlandes war die Folge. Diese ist besonders deutlich im Fu-niu-schan und Tsin-ling-schan zu konstatieren; aber auch in der Südhälfte des letzteren Gebirges kommen klastische Sedimente in einer Mächtigkeit bis 20000 Fufs vor, die sich, wie v. Richthofen annimmt, unter abweichenden Verhältnissen in einer langgestreckten Mulde mit sich senkendem Boden bildeten.

Solchergestalt war die physiognomische Beschaffenheit der Karbonperiode, die mit den tektonischen Vorgängen abschlofs, welche den gröfsten Teil Chinas zum Festland machten. Jetzt erst erhielt der östliche Kuen-lun seine Haupt- und letzte Erhebung, und die Karbonsedimente wurden in ihm in höhere Niveaus gehoben, als in dem nördlich sich anschliefsenden Tafellande.

Der Erwähnung bedarf noch, dafs auch die Tafelbrüche und sonstigen Dislokationen am Ende der karbonischen Zeit die Ursache für das Empordringen zahlreicher Eruptivgesteine wurden und in vielen Teilen eine lebhafte vulkanische Thätigkeit wachriefen.

Dem durch diese sich allmählich vollziehenden Vorgänge geschaffenen Festlande kam eine wesentlich gröfsere Ausdehnung zu, als sie heute der Karbontafel Nord-Chinas eigen ist. Zunächst ist anzunehmen, dafs es sich aus Schansi und Schensi über den erst später entstandenen grofsen Bruch und die ostchinesische Ebene bis Schan-tung und Liau-tung ausdehnte; nach Westen reichte es bis Kansu. Sein südliches Randgebirge war der östliche Kuen-lun in östlicher Ausdehnung bis über das Hwai-Gebirge.

Inmitten dieses grofsen Festlandes gab es an zwei Stellen noch tiefe Depressionen, in welchen sich noch jüngere Ablagerungen bildeten: im Westen von Peking zwischen Nankou-Gebirge und Höng-schan und eine zweite am Nordfufse des Föng-tian-schan, nördlich vom östlichen Kuen-lun. v. Richthofen meint, dafs man sich den allgemeinen Charakter dieses Festlandes, das keine jüngere Meeresbedeckung mehr trug, als Wüste vorzustellen hat; die schon aus alter Zeit vorhandenen Anlagen von Brüchen riefen bei späterer stärkerer Accentuierung die Veränderungen hervor, welche schliefslich das heutige Relief schufen.

Damit sind die wesentlichen das nördliche China gestaltenden Faktoren erschöpft, und wir können unschwer schon die Uranlage der jetzigen Verhältnisse erkennen.

Werfen wir noch einen Blick auf das südliche China, so sehen wir, dafs die postkarbonisch gebildeten Faltenzüge nicht lange bestanden. Durch eine von Süden nach Norden

vorschreitende Abrasion wurde der Boden geebnet; neue Sedimente entstanden, deren Alter aller Wahrscheinlichkeit nach altmesozoisch ist, und dadurch werden wir in einen neuen Zeitraum der geologischen Geschichte eingeführt.

Die *mesozoischen Ablagerungen* spielen im südlichen China, um zunächst bei ihrem wichtigsten Verbreitungsgebiete zu bleiben, eine bedeutende Rolle. Infolge der Entstehung von Senkungsbecken längs Bruchlinien mit WSW—ONO-Richtung erreichten sie grofse Mächtigkeiten und waren vom Ostabfalle des tibetanischen Hochlandes im Westen bis zum Meere im Osten vorhanden. Die vorherrschende Bildung sind rote Sandsteine und Thone, die transgredierend über den älteren Formationen liegen, infolge weitgehender Erosion aber heute nur spärlich vorhanden sind, wenn man von den grofsen Becken, die sie erfüllen, absieht. Die westlichen Ufer bildeten die Gebirgsfalten des hinterindischen Systems, und im Norden brandete das Meer an den östlichen Kuen-lun-Ketten. Loczy betrachtet das rote Becken von Sze-tschwan als den letzten Rest des im Aussüfsungsprozefs begriffenen, noch aus paläozoischen Zeiten übriggebliebenen Meeres. Mit Recht verweist hier Loczy auf die genetische Parallele zwischen den jüngsten Gliedern der Karbonformation in Nord-China (Überkohlensandstein) und diesen der Juraperiode angehörigen Bildungen des roten Beckens von Sze-tschwan im weiteren Sinne mit ihren Pflanzenresten: Beides sind die letzten fast aufgefüllten und ausgesüfsten Reste grofser alter Meeresbecken, von denen das erste schon vor der mesozoischen Zeit über den Meeresspiegel emporgehoben wurde, während das zweite erst in der mesozoischen Zeit zu existieren aufhörte.

Die Ketten des östlichen Kuen-lun haben hiermit zum zweitenmal in der historischen Entwickelung Nord- und Süd-Chinas als trennende und die Oscillationsaxe bildende Teile gewirkt: Zuerst hatten wir im Süden durch die Silur- und Devonbildungen bezeichnetes Seichtmeer, während im Norden die fortdauernden sinischen Bildungen Tiefsee voraussetzen lassen, und erst zu Beginn des Karbons trat auch im Süden die Senkung zu gröfseren Meerestiefen ein; jetzt haben wir zuerst im Norden die Hebung des Meeresbodens über den Wasserspiegel konstatiert, und erst später folgt der südliche Teil auch dieser positiven Bewegung nach.

Über weitere mesozoische Bildungen ist nicht viel zu bemerken. In verschiedenen Teilen Nord-Chinas kennt man Kohlenbildungen, welche nach den in ihnen vorkommenden Pflanzenresten noch dem Jura angehören, in einzelnen Becken und Mulden, welche aber keinen Anhalt bieten, eine Meeresbedeckung vorauszusetzen. Die Pflanzen sind ausschliefslich Landpflanzen, und die Ablagerungen dürften in Binnengewässern des Festlandes entstanden sein.

Westlich von Peking liegt das gröfste der als jurassisch anzusehenden Kohlenbecken bei Ta-ting-fu, und es scheinen sich ähnliche Ablagerungen noch weiter nach Westen nach Zentralasien hinein anzuschliefsen. Wenn den mesozoischen kohlenführenden Schichten des westlichen Kuen-lun, des Kizilyart und des Thian-schan äquivalente Bildungen innerhalb der Ketten des mittleren Kuen-lun auch fehlen, so sind sie doch schon im Tsin-ling-schan wieder vorhanden, und es ist dadurch nur bewiesen, wie auch schon Bogdanowitsch bemerkt, dafs die gigantischen Gebirgsländer des mittleren und westlichen Kuen-lun sowie des Thian-schan schon in altmesozoischer Zeit vorhanden waren; es konnte anders auch den mesozoischen Bildungen in den genannten Gebirgen nicht der ingressive Charakter zukommen, der sie auszeichnet.

Am Ostrande des tibetanischen Hochlandes kennt man (bei Tschung-tjen) Triasbildungen von der Art der Seichtmeerbildungen unsres deutschen Muschelkalks; die alpine Entwickelung dieser Ablagerungen tritt in den Ketten Birmas und in grofser Verbreitung im Himalaya auf. Dieses alte Meer, welches quer über Eurasien aus den pazifischen Gebieten einen Ausläufer bis nach Europa sandte und als dessen Reste das Mittelmeer angesehen werden kann, ist mit dem Namen Thetys bezeichnet worden.

Auch an Ablagerungen der Kreideperiode fehlt es nicht, und im südlichen Teile des Hindukusch erreichen sie eine gröfsere Verbreitung.

Hierdurch wird der Anschlufs an das mesozoische Meer, welches den westlichen Thian-schan umgab, hergestellt.

Die geologische Entwickelung dieses Gebirges (Thian-schan) (vgl. Profil 1 auf Tafel II) zeigt eine Faltungsperiode nach Ablagerung des unteren Steinkohlengebirges; die mesozoischen Sedimente liegen überall diskordant über den paläozoischen Bildungen, innerhalb deren Entstehungszeit über tektonische Vorgänge noch nichts mit Sicherheit feststeht.

Da die mesozoischen Sedimente im Westen schon vom Aral-su bis zum Lob-nor den ganzen Thian-schan umziehen, so ist wohl vorauszusetzen, dafs die ältesten Teile desselben als Inseln über dieses Meer emporragten. Die reiche Kohlenführung des Jura auf beiden Seiten, im Norden wie im Süden, und der littorale Charakter der tertiären Sedimente (Sandsteine, Konglomerate u. a.) sprechen ebenfalls dafür.

Eine weitere Phase gebirgsbildender Thätigkeit ist durch die nach NO streichenden Züge bewiesen, deren Alter höher als das der NW-Züge ist, aber nach Muschketoff nicht über die Trias zurückreichen dürfte; diese letzteren Ketten aber sind erst nach dem Tertiär entstanden.

Dieses verschiedene Alter der beiden Kettensysteme ist für deren relative Selbständigkeit nicht belanglos von dem oben (S. 5 u. 6) erörterten Gesichtspunkte aus, besonders nachdem der genannte Forscher konstatierte, dafs die älteren (NO) Ketten den NW-Falten nach Süden ausbiegen. Sonst sind die älteren Ketten kontinuierlich, und die jüngeren schwenken an ihnen ab oder um sie herum.

Damit sind wir schon zu den Vorgängen der jüngsten geologischen Zeiten übergeleitet. Über die Meeressedimente der jungmesozoischen Ära, über die Kreide, sei hier noch angefügt, dafs deren Auftreten weit in Tibet am Tengri-nor die Veranlassung gab, eine Erstreckung der hinterindischen Ketten, wo Kreidesedimente u. a. aus dem Zuge des Arakan-yoma bekannt sind, um das Ostende des Himalaja herum mit Änderung der Streichrichtung nach Westen bis in das tibetische Hochland zu folgern und dort die Wurzeln des hinterindischen Systems zu suchen.

Das ganze übrige zentrale Asien und China war zur Kreidezeit schon, wie heute, Festland, dessen westliche Küsten an den Pamirs, im nordwestlichen Himalaya und im Thian-schan gelegen haben müssen; hier kennt man marine Kreideschichten, und hier haben sich, wie auch im Himalaya, gewaltige Veränderungen noch in jüngerer Zeit vollzogen.

So wenig die mesozoische Zeit, und besonders ihre zweite Hälfte, im nördlichen wie im südlichen China durch Sedimentbildung bemerkenswert ist, so wichtig ist dieser Zeitraum für tektonische Vorgänge aller Art, sowie für die Vorbereitung der Verhältnisse der jüngsten geologischen Vergangenheit.

Um mit dem Westen zu beginnen, so zeigen Bogdanowitschs Forschungen, dafs von dem Schlusse der tibetanischen Transgression bis zur Tertiärperiode intensive Faltenbildungen das ganze System des Kuen-lun betroffen haben. Die schon aus paläozoischer Zeit existierenden Ketten erfuhren durch die neuen Faltungen Vergröfserungen und Erweiterungen; die Streichrichtungen im ganzen westlichen Kuen-lun folgten jetzt der Richtung WNW—OSO, während doch vor dem Beginne der tibetanischen Transgression (Permo-carbon) ein verschiedenes Verhalten im westlichen und östlichen Teile stattgefunden hatte.

Für die nördliche Mongolei und die Gobi entwirft Obrutschew das folgende Bild, welches auch die starre Unbeweglichkeit dieses Teils der Erde zeigt:

Zwischen Kiachta und Urga liegt ein uraltes Rumpfgebirge, dessen Oberfläche plateauartig, aber von vielen tiefen Erosionsthälern durchfurcht ist, die im Gegensatz zu solchen weiter im Süden keine Löfs-Ausfüllungen besitzen.

Seit dem Karbon oder sogar dem Devon hat hierher keine Meeresbedeckung mehr

gereicht, und die massigen krystallinen Gesteine des nördlicheren sowie die metamorphen Schiefer des südlicheren Teils waren der weitgehendsten Erosion unterworfen.

Auch die niedrigeren südlich von Urga bis über die chinesische Grenze sich ausdehnenden Teile der Gobi, die nach Obrutschew demselben marinen Denudationsplateau angehören, zeigen nur grobe Sande oder Schuttauffüllungen, nirgends aber Lößbedeckung.

Krystalline und massige Gesteine, metamorphe Schiefer und Thonschiefer, die aller Wahrscheinlichkeit nach Teile der sinischen Formation v. Richthofens bilden, jüngere Basaltströme nehmen an der Zusammensetzung des Bodens teil; von jüngeren Formationen kommen nur Kreide (?) und Tertiär in Erosionsrelikten vor.

v. Richthofen skizziert eine Anzahl von tektonischen Vorgängen, deren Alter schwer bestimmbar ist, und die während der mesozoischen Zeit an der Nordgrenze von China gegen die Mongolei hin die heutige Bodenplastik vorbereiteten. Mächtige Ergüsse vulkanischer Gesteine, besonders Porphyre, welche selbst gebirgsbildend auftreten können, waren in ihrer Begleitschaft.

In diese Zeitperiode fällt auch die Bildung der großen Verwerfung, welche das chinesische Gebirgsland gegen die große Ebene abschneidet, die sich geologisch als ein großes Senkungsbecken darstellt, das später auf- und ausgefüllt wurde. Die Westgrenze wird durch die gleich zu beschreibende große Bruchlinie gebildet; im Süden findet es an einer mit Schleppung verbundenen Verwerfung seine Begrenzung gegen das südchinesische Gebirgsland.

Die Brüche, welche das Plateauland von Schansi im Westen wie im Osten begrenzen, laufen parallel und sind schon in der Struktur des Gneißgebirges ihrer Richtung nach aus uralter Zeit vorgezeichnet. Wenn ihre Entstehung in die gleiche Zeitperiode verlegt wird, so ist dabei im Auge zu behalten, daß so mächtige Dislokationen wie beispielsweise am großen Bruchrande sich weder in einer einmaligen paroxysmatischen Auslösung von Spannungen zu äußern pflegen, noch an einer einzigen Verwerfungsspalte vor sich gehen, es treten vielmehr eine Anzahl meist paralleler Brüche mit jeweils gleichsinnigem Absinken des einen Flügels zur Summation des Effekts zusammen. So auch hier. Entlang den NNO streichenden Bruchspalten, die zum Teil im Süden, wo sie sich dem östlichen Kuen-lun nähern, eine Umbiegung gegen Westen erfahren, ist immer der östliche Teil in die Tiefe gesunken gegenüber dem westlichen.

Durch die erwähnte Abschwenkung der Streichrichtung der Brüche gegen Westen wird auch das westliche Vorgreifen der großen Ebene nördlich vom Sung-schan bewirkt, und dadurch tritt an dieser Stelle der Bruchrand längs der großen Bruchlinie nicht hervor; erst weiter südlich wieder ist dies der Fall, wo sie die östlichen Kuen-lun-Ketten abschneidet und ebenfalls von parallelen Staffelbrüchen, z. B. im Fu-niu-schan, begleitet ist.

Für die nördliche Ausdehnung dieser wichtigen Dislokationslinie ist einmal der Umstand von Bedeutung, daß sie durch die südlich von Peking durch sinische Streichrichtung der tektonischen Leitlinien beherrschten Gebiete in unveränderter Richtung fortsetzt, und dann verdient Beachtung, daß in ihre nördliche Verlängerung in der nördlichen Mongolei das Khingan-Gebirge fällt. In diesem Gebiete scheinen die NNO gerichteten tektonischen Linien eine weitere Verbreitung zu besitzen, wie auch die orographischen Verhältnisse vermuten lassen.

Die Umgrenzung des Senkungsfeldes der großen Ebene ist an ihrem Nordrande nicht so scharf festzustellen wie längs der großen Bruchlinie; bei Peking findet ein buchtartiges Eingreifen bis an das Nankou-Gebirge hin statt, und noch bei Kai-ping ist das Absinken des südlichen Flügels einer Falte im Steinkohlengebirge zu konstatieren.

Wichtig sind die Begrenzungselemente im Osten der großen Ebene, auf Grund deren v. Richthofen schon das ganze innere Gelbe Meer noch zu dem Senkungsgebiet dieser letzteren zu rechnen sich veranlaßt sah; er hat auch eine vom Westen von Liau-tung

durch Vulkanausbrüche hauptsächlich bezeichnete Linie, die südlich bis in die Gegend von Nanking verfolgt werden kann, als die Grenze des Einbruchskessels erkannt, über dessen zum Teil sehr tief gelegene Ränder die Schwemmland-Ausfüllung der grofsen Ebene weggreift und sie verhüllt.

„Die durch vulkanische Ausbrüche bezeichnete Linie, welche mehr als 1000 geographische Meilen Länge hat, ist von eingreifender Bedeutung und offenbar in der ältesten Struktur dieses Teils der Erdrinde begründet; denn sie trennt schon die in archäischer Zeit gefalteten von WSW nach ONO gerichteten Gebirgszüge von Ost-Shantung und Liautung einerseits von dem regellos verworfenen Schollenland von West-Shantung, wo jene Richtung nicht vertreten ist, und anderseits von den Gebirgen von Liau-hsi, welche im W des Liau-Thals mit dem mächtigen von SSW—NNO streichenden I-wu-lü-shan beginnen.

Hinsichtlich des Alters kann sich diese tektonische Linie mit der des Kwen-lun messen, mit der sie nahezu einen rechten Winkel bildet."

Hier ist mit v. Richthofens Worten (l. c. II, S. 735) die Bedeutung dieser Ostgrenze der grofsen Beckensenkung gegeben, über deren genaueres Alter wir aber nur geringe Anhaltspunkte besitzen. Aus dem immensen, solcherart durch Einbruch entstandenen Gebiete ragen nur mehr einzelne Reste älterer Gebirge auf, wie das schon erwähnte Hwai-Gebirge in der östlichen Fortsetzung des Kuen-lun und das Gebirge des westlichen Schan-tung, ein Schollenland, aus Karbonschichten gebildet, wie die Tafel von Schansi.

Während gröfsere Mengen von eruptiven Massengesteinen, welche meist das Gefolge von Senkungserscheinungen bilden, im Süden und Westen des Bruchfeldes nicht bekannt sind, treten sie um so stärker an der östlichen Umgrenzung und im Norden desselben auf, wo sich noch an den Grenzen der Mongolei ein weiteres grofses Eruptivgebiet anschliefst, in welchem weit gröfsere Massen zusammenhängender Decken und Ergüsse an der Oberfläche vorhanden sind, während im Gebiete der grofsen Ebene nur die höchsten Teile der Kuppen aus dem alles umhüllenden Schwemmlande, unter welchem die Zeugen der intensivsten vulkanischen Thätigkeit verborgen liegen mögen, hervorragen.

Es sind hiermit die wesentlichsten tektonischen Vorgänge, welche die ununterbrochene Festlandsperiode der Reihe nach betroffen haben, erschöpft. Nach Ablauf des letzten derselben war die Struktur des festen Erdgerüstes in Zentralasien und China so vorgebildet, wie wir sie heute noch sehen; in randlichen und peripherischen Teilen gingen noch weitere Faltungen sowie Senkung und Vulkanausbrüche vor sich, die wir auch noch kurz berühren müssen. Wenn aber auch die Struktur im wesentlichen vorgebildet war in einzelnen Teilen schon seit altmesozoischen Zeiten, so war es doch nicht die Physiognomie der betrachteten Länder. Hier haben noch die äufseren auf das Festland wirkenden Kräfte in mächtiger Weise umgestaltend gewirkt.

Es ist eine ebenso lohnende Aufgabe, wie das Grundgerüste der Struktur und des Baus ebenso auch die am fertigen Gebäude angebrachten ornamentalen Beigaben zu verfolgen und kennen zu lernen.

Die Kräfte der Erdfeste: lateraler Druck, Auslösung von Spannungen, Ausfüllungen von Zwischenräumen durch feuerflüssige Massen, veranlassen die Entstehung der Kontinente und ihrer Gebirge, ebenso wie der ozeanischen Becken.

Die von aufsen wirkenden Einflüsse der Temperaturunterschiede, des mechanischen und chemischen Waltens des Wassers, der Wirkungen von Eis und Wind bemächtigen sich des von jenen aufgeführten Gebäudes und rufen die Mannigfaltigkeit der geographischen und biologischen Einzelgebilde hervor, und in letzter Linie sind sie alle auf die Sonnenwärme zurückzuführen.

Während der langen Zeiträume, seit welchen unser betrachtetes Gebiet diesen Wirkungen ausgesetzt war, haben sich diese denn auch so potenziert, dafs sie unter den formgebenden Faktoren der Bodenplastik dort zu den ersten zu rechnen sind.

Die allgemeineren Probleme der zuerst auf Grund seiner Erfahrungen in China von v. Richthofen in Flufs gebrachten Erörterung der unter Mitwirkung der Atmosphäre entstehenden Ablagerungen, ihrer Bedeutung und der sich daran knüpfenden Kontroversen werden wir im dritten Abschnitt zu erörtern versuchen; hier wollen wir schon von vornherein die äolische Entstehung des Lösses unter der Voraussetzung des Steppencharakters weiter Teile Zentralasiens in früheren geologischen Zeiträumen als erwiesen annehmen und auf dieser Voraussetzung die atmosphärischen Umbildungen auf dem nach Abschlufs der Karbonperiode entstandenen Festlande betrachten. Es ist billig, hier den Begründer dieser theoretischen Auffassung selbst das Wort führen zu lassen (v. Richthofen, l. c. II, 743):

„Gehen wir von dem frühesten Stadium nach der Festlandsbildung aus, so haben wir uns nach unserer oben gegebenen Darstellung, den trockengelegten Boden des karbonischen Meeres in nahezu gleichförmiger Erstreckung von West-Shantung bis nach Shensi und wahrscheinlich bis zu fernen westlich gelegenen Gegenden, dem Charakter der zuletzt abgelagerten Schichten entsprechend, als eine sandige und zugleich salzige Fläche vorzustellen. Eine Vertiefung, welche während des langsamen Rückgangs des Meeres als Salzpfanne diente, bestand wahrscheinlich nachher als abflufsloser Salzsee noch fort und nahm die Zufuhr von Salzen durch einmündende Flüsse auf, bis das gypshaltige Salzlager von Lu-tsun am Boden des Beckens gebildet war. Im Süden stieg der Kwen-lun zu weit gröfseren Höhen auf als gegenwärtig, und erstreckte sich als eine ununterbrochene Hochkette über seine jetzigen Grenzen nach Osten hin, mindestens bis in die Gegend von Nanking. Die mächtige Mauer fing die Südwinde auf, und wenn damals die planetarische Zirkulation der atmosphärischen Strömungen der gegenwärtigen ähnlich war und die Erdachse nahezu ihre jetzige Stellung hatte, so konnten von Süden her nur trockene Winde die Länder im Norden erreichen. Es waren also die Bedingungen zu einem sehr trockenen Kontinentalklima gegeben, falls dieselben nicht von andern Seiten her modifiziert wurden."

Es folgt weiter der Nachweis, dafs nach keiner Richtung hin Anhaltspunkte für die Annahme solcher Modifikationen vorliegen.

„Wahrscheinlich werden wir uns daher den damaligen physischen Zustand der Tafelländer im Norden des Kwen-lun nicht günstiger vorzustellen haben als den, in welchem sich das Colorado-Plateau oder die Länder im Osten des Kaspischen Meeres jetzt befinden. Umlagerung der Gebilde des Meeresbodens, sowie die Zufuhr neuer Stoffe durch versiegende Flüsse und die Atmosphäre werden die Hauptagentien der Umbildung gewesen sein."

Aus der Art der vertikalen Verteilung der Ablagerungen sowohl wie aus ihrem Charakter ergeben sich nun folgende Schlüsse auf die letzten Umgestaltungsperioden, wobei noch zu bemerken ist, dafs eine Rekurrenz derselben während der ganzen langen Festlandsperiode wohl möglich, aber schwer zu beweisen ist.

Für eine an Niederschlägen reichere Periode, welche von starken Erosionswirkungen begleitet gewesen sein mufste, besitzt man aus einer unserm Jura entsprechenden Zeit Indicien in Süfswasserbildungen, die jetzt nur spärlich noch erhalten sind, aber auch eine gröfsere Ausdehnung besessen haben müssen. Dafs zur gleichen Zeit über weite Teile Sibiriens und bis in den Thian-schan hinein Meeresbedeckung vorhanden war, wurde schon angedeutet.

Es sprechen demnach auch die Beobachtungen für den Wechsel der physikalischen Bedingungen, und für den Übergang vom Steppen-Klima zu der feuchteren jetzigen Löfsbildungsperiode kann die Erklärung herangezogen werden, dafs infolge der Versenkung des östlichen Teils des Kuen-lun jenseits östlich des grofsen Bruchs (Hwai-Gebirge), sowie der Reduktion der Höhe der Gebirge von Liau-tung und Schan-tung ein absperrender Gebirgswall beseitigt wurde und den Seewinden nunmehr der Eintritt freistand. Viele Anzeichen sprechen in der That dafür, dafs hier sowohl wie auch im südöstlichen China eine positive Strandverschiebung schon seit längerer Zeit noch im Vorschreiten begriffen

ist. Dahin gehört unter anderm die Erscheinung, dafs das alte Erosionsniveau der in Südost-China ins Meer mündenden Flüsse bis tief unter dessen Spiegel reicht, zur Zeit seiner Entstehung aber naturgemäfs nicht unter demselben gelegen haben kann. Die Versenkung eines solchen im Osten und Südosten früher vorhandenen Gebirgswalles kann demnach sehr wohl die klimatischen Veränderungen der letzten unterscheidbaren Perioden hervorgebracht haben, die v. Richthofen wie folgt charakterisiert:

1. Die *Erosionsperiode*, in welcher die feste Oberfläche des Landes durch Erosion und Denudation im wesentlichen diejenige Gestalt erhielt, welche sie jetzt unter der Löfsdecke besitzt.

2. Die *Steppenperiode*, in welcher die zentralasiatischen Salzsteppen sich über das nördliche China ausbreiteten.

3. Die *Löfsperiode*, d. h. die Zeit des gegenwärtigen Klimas und der durch die Feuchtigkeit desselben veranlafsten Verwandlung des Steppenlandes in Löfsland.

Der Modus der Umwandlungsvorgänge wird später zu erörtern sein; hier nur noch so viel, dafs das durch diese Erosionsperiode geschaffene Erosionssystem seiner Entstehung nach in seiner endgültigen Form schon in die Zeit nach der Bildung des Bruchgebiets der grofsen Ebene zu verlegen ist.

Die Sedimentablagerungen in dem Senkungsbecken der grofsen Ebene zeigen neben gewaltigen fluviatilen Aufschüttungsmassen auch Meeresbildungen, welche ein Eindringen eines seichten Meeres über das Bruchfeld noch in der Erosionsperiode darthun; erst die vulkanischen Ereignisse, die das Aufsteigen der östlichen Gebirgsbarriere zur Folge hatten, gaben die Möglichkeit für die Entstehung der Steppenperiode, welche der Löfsperiode und dem dieselbe bedingenden Verschwinden der Barriere voranging.

In der rezenten Erosionsperiode (Löfsperiode) nahmen die Flüsse zum Teil ihre alten Erosionsbetten wieder auf, zum Teil hatten aber auch tektonische Einflüsse, wie Brüche &c., sie in neue Wege gedrängt. Ein erneutes Vordringen des Meeres ist auch in der Gefolgschaft der Löfsperiode wahrzunehmen.

Wie oft ein derartiges Oscillieren des kontinentalen Steppenklimas mit den peripherischen Erosionsperioden gewechselt haben mag im Laufe der Zeiten seit der postkarbonischen Trockenlegung des nordöstlichen China, ist nicht zu ermitteln, nur die letzten Phasen dieses Kampfes von Festland und Meer waren wir im stande auf Grund sicherer Merkmale zu verfolgen.

Es wurde mit Absicht hier vermieden, auf Einzelheiten einzugehen, und nur der allgemeine Gang der grundlegenden Deduktion v. Richthofens wiedergegeben, denn die Auslassungen von Loczy geben die erwünschte Veranlassung, die Lücken auszufüllen und noch gleichlaufende Faktoren kurz zu würdigen, welche sich ebenfalls auf die Vorgänge der Erosions- und Festlandsperiode beziehen.

Auf dem nach Norden wie nach Osten unter ähnlichen physikalischen Bedingungen, wie sie den heutigen auf dem tibetanischen Hochlande entsprechen, ausgedehnten Gebirgslande beginnt die durch Ablagerungen unterscheidbare Entwickelungsperiode mit grofser Ausdehnung von Süfswasserseen, die Loczy noch dem Pliocän, dem jüngsten Tertiär zurechnet, und deren Alter durch Fossilreste den Siwalik-Schichten Indiens gleichgestellt wird.

Die Meere der Eocänzeit reichten von Europa weit über das aralo-kaspische Becken nach Osten und umspülten noch den westlichsten Teil des Kuen-lun, wo sich die Ablagerungen derselben diskordant an die älteren Schichten, die schon aufgerichtet waren, anlegen und am Ostfufse gegen die Wüste Gobi hin einfallen.

Das innerasiatische seichte Meer, welches Richthofen Han-hai nannte, reichte von den Pamirs bis zum Chingan im Osten; im Süden war der nördliche Ordos, sowie der Alaschan und ein grofser Teil der Provinz Kansu davon bedeckt; es griff in die Längsthäler des Nan-schan ein und wahrscheinlich überflutete es auch den Zaidam.

Obrutschew bemerkt sehr richtig, dafs man es beim Han-hai möglicherweise nicht mit einem ununterbrochenen, wenn auch inselreichen Meere zu thun hat, sondern mit einer Unzahl von gröfseren und kleineren Seen, deren letzte Reste die Salzseen sind.

Die charakteristischen Ablagerungen des Han-hai könnten teilweise äolischer, fluviatiler oder terrestrischer Bildung sein.

Es liegen auch Beobachtungen vor, welche beweisen, dafs ein Teil der Flexur- und Staffelbrüche, in deren tiefsten Teilen die Grabensenkung des Thian-schan liegt, erst nach der Ablagerung der Han-hai-Sedimente entstanden ist. Die Dislokationen begannen wohl in alter Zeit, dauerten aber bis in ganz junge Perioden weiter. Ob die zweite, südlichere Einsenkung zwischen Pe-schan und Nan-schan, die man als Nanschanische Senke bezeichnet, ebenfalls so jungen Alters ist, mufs noch dahingestellt bleiben; ebenso ist noch nicht als sichergestellt anzusehen, ob sie ebenfalls durch Grabenbrüche entstanden ist.

Für die Entstehung der heutigen tibetanischen Salzseen, selbst den Kuku-nor nicht ausgenommen, hält Loczy die Ansicht aufrecht, dafs sie die Relikte der einstigen, viel gröfseren pliocänen Wasserflächen sind, und diese Auffassung hat auch vom tektonischen Standpunkte aus mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als die Annahme, dafs sie Reste einer alten Meeresbedeckung sind. Auch für die Salzfelder von Lan-tschou-fu und die Salzlager von Lu-'tsun, die schon oben erwähnt wurden (S. 42), ist dieselbe Entstehungsart wahrscheinlich.

Wenn auch alle Berechtigung dafür vorhanden ist, anzunehmen, dafs bei dem Rückzuge des Meeres in altmesozoischer Zeit sicher auch Meeresrelikte in Gestalt einzelner Salzseebecken zurückblieben, so ist doch der Zeitraum von damals bis zur Entstehung der ins Pliocän fallenden grofsen Seenausbreitung ein zu langer, als dafs nicht das Verschwinden jener alten Meeresrelikte und selbst die Beseitigung ihrer Ablagerungen durch die Erosion viele Wahrscheinlichkeit hätte.

Auf diese grofsen Seen wird auch die Bildung des See-Lösses zurückgeführt, d. h. äolischen Materials, das in Wasserbecken und nicht auf festem Land zur Ablagerung kam oder in den ersteren zusammengeschwemmt wurde; solcher Löfs wäre demnach von höherem Alter als die Hauptmasse des Lösses, welche erst in der Periode nach der Hauptverbreitung der Süfswasserseen, während der Steppenperiode gebildet wurde. Diese Periode wird unserer Diluvialperiode gleichgestellt. v. Richthofen konnte in dem von ihm untersuchten Gebiete nur das gänzliche Fehlen von Gletscherspuren betonen; Loczy aber gelang der Nachweis, dafs die Gletscher, welche heute noch vom Himalaja an längs des Ostrandes des tibetanischen Hochlandes bis zum östlichen Kuen-lun vorkommen, einst viel tiefer in die Thäler hinabreichten, viel tiefer als am Südfufse des Himalaja. Hier reichen die Gletscher bis 5000 m herab; aber noch in junger Zeit gingen sie in Sikkim bis 3600 m und am Ostrande des tibetanischen Hochlandes bis 3000 m herab, so dafs die Beweise einer einstigen stärkeren Vereisung für diese Gebiete als erbracht gelten können.

In diese Zeitperiode mit stärkeren Niederschlägen, gröfserer Feuchtigkeitsmenge und bedeutenderer Erosion kann auch die Ableitung mancher der bisher abflufslosen Seen des Hochlandes verlegt werden.

Im südwestlichen China sind ebensowenig wie südlich der Mauer des östlichen Kuen-lun (Tsin-ling-schan), welche das trockene von dem an Niederschlägen reicheren Gebiete schied, Löfsablagerungen vorhanden.

Die nachfolgenden Vorgänge sind nunmehr dieselben, welche sich heute noch vor unsern Augen abspielen. Die Vergröfserung des peripherischen, mit Abflüssen zum Meere versehenen Gebiets schritt seit der diluvialen Steppenperiode auch im Norden immerfort vorwärts, wie sie im Süden schon vorher begonnen hatte. Immer weiter verlängern die Flüsse ihre Läufe in die zentralen abflufslosen Gebiete, immer mehr schwinden die Salzseen zusammen seit dem Beginn der recenten Zeitperiode bis zum aktuellen Zustand.

Nur wo durch die südlich vorgetürmten Gebirge noch für gröfsere Gebiete Tibets der ursprüngliche Steppencharakter erhalten blieb, werden auch die Wüsten und abflufslosen Gebiete andauern, bis tektonische Vorgänge oder Abtragung andre klimatische Bedingungen und damit die Möglichkeit für reicheres Tier- und Pflanzenleben herbeiführen werden.

Hier, wo die Trockensteppen und Kontinentalperiode noch heute seit den Zeiten der ehemaligen Trockenlegung vorherrschen, haben denn auch die subaerischen Aufschüttungsmassen gewaltige Beträge erreicht. Ist doch in Hoch-Tibet der heutige Plateaucharakter mit seinen aufgesetzten parallelen Gebirgszügen durchaus nicht das Abbild seiner geologischen Struktur. Das wahre Bild ist gerade das umgekehrte des durch die geographische Bezeichnung von Plateau mit aufgesetzten Bergzügen ausgedrückten.

Die Bergketten sind das Grundgerüste und reichen tief unter die Auffüllungsmassen hinab, welche in ihre Thäler und Mulden eingefüllt worden sind.

Seit undenklichen Zeiten stürzten die Hochgebirgstrümmer in die Thäler hinab, aus denen sie kein Flufs entführt; schliefslich sind selbst weite und breite Muldenthäler ausgefüllt, und immer näher an die Kamm- und Gipfellinie legt sich der verhüllende Mantel der Verwitterungs- und Zerstörungsprodukte, welche die Stein- und Sandwüsten und den einförmig-trostlosen Charakter im regen- und wasserlosen Gebiete bedingen und einen Plateaucharakter da hervorrufen, wo nach der geologischen Struktur des Gebirges ein Parallelrost gewaltiger Ketten mit tiefen Thälern zu erwarten wäre.

Über die Vorgänge der langen Festlandsperiode und die Umbildungen des kontinentalen Landes selbst während derselben sind wir nunmehr orientiert; es erübrigt zur Vervollständigung des Bildes noch die Umgestaltungen einiger peripherischen Teile, die nicht unwesentlich für die heutige Plastik sind, kurz zu berühren.

Wir müssen dabei wieder an die mesozoischen Zeiträumen anknüpfen.

Für dasjenige Gebiet der hinterindischen Ketten (vgl. Profil Nr. 5 auf Tafel II), in welchen jüngere Ablagerungen als solche der Trias noch nicht bekannt sind, ist die Zeit des späteren Mesozoikums sowie das Tertiär als Faltungsperiode anzunehmen, und zwar ging die Faltung von Ost nach West vor. In den Gebirgsketten Birmas sind sogar noch spättertiäre Ablagerungen in die Faltung mit einbezogen worden. Von Osten nach Westen kommt man successive in immer jüngere Ketten, und aufser der Faltung haben auch vielfache Längsbrüche grofsen Anteil an der Gebirgsstruktur.

Die älteren Phasen der Faltenbildung haben wir schon erwähnt; die jüngsten bis an die Grenze der Jetztzeit reichenden sind ihrem Alter nach den jüngsten Faltungen im Himalaja gleichzustellen.

Auf die Wiederkehr flyschartiger Gesteine in drei Zonen hat zuerst Loczy aufmerksam gemacht: „Dieselben repräsentieren von Osten gegen Westen in der primordialen, in der paläozoischen, sowie in der unteren mesozoischen und in der Arakan-yoma-Gebirgskette die obere mesozoische Periode“.

Ihre Bedeutung gibt er mit folgenden Bemerkungen an (l. c., S. 820): „Das wiederholte bedeutende Auftreten von flyschartigen Formationen im Kwen-lun und in den hinterindischen Ketten scheint die Theorie Le Contes zu rechtfertigen.

Dieser Annahme entsprechend befanden sich vor der Bildung der Kettengebirge solche Meeresküsten, an welchen sich aus der Erosion des Festlandes entstammende Sedimente von bedeutenden Dimensionen abgelagert haben.

Jene drei resp. vier Flyschzonen, die ich vom Nan-shan bis zum Arakan-yoma verzeichnete und in welchen ich von der archäischen Zeit an die primordialen und paläozoischen Perioden hindurch als bis zur Kreide reichende Formationen erkannt habe, sind alle an den nördlichen bzw. östlichen Küsten einstiger Kontinente entstanden; es waren diese Ablagerungen gewissermafsen Vorläufer jener Periode, in der weniger klastische und pelitische Sedimente von der darauffolgenden Gebirgsbildung zu Falten zusammengedrückt wurden.

Es steht somit vollkommen im Einklange, dafs die aufeinander folgenden Transgressionen der Meere von Norden gegen Südosten und Osten zu erfolgten und Ostasien mit marinen Ablagerungen überdeckten."

Mit der Angliederung der jüngsten tertiären Falten des Himalaja wird auch im Süden und Südwesten das heutige Relief geschaffen. Auch im Nordwesten, z. B. im Kachgarischen Gebirge, dauerten Faltungsprozesse noch bis in tertiäre Zeiträume an, wie im allgemeinen von WSW—ONO gefaltete Sedimente dieser Periode beweisen.

Auch im Thian-schan-Gebirge sind noch posttertiäre Störungen nachgewiesen, welche der ONO—WSW-Richtung folgen. Die Gebirge im Westen und Norden des Tarim-Beckens sind somit wesentlich jüngeren Datums als die Kuen-lun-Ketten im Süden desselben, und man kann Loczy nur beistimmen, wenn er den westlichen Kuen-lun mit der Russischen Kette und dem Altin-tagh als ein selbständiges Randgebirge des nordwesttibetanischen Hochlandes bezeichnet, welches kein Tafelland, sondern ein gitterförmig aufgebautes Faltenland darstellt.

Während somit die zentralen und östlichen Teile schon seit uralten Zeiten der Faltung gegenüber sich passiv verhalten und nur Störungen durch Brüche erlitten haben, fand an den im Süden, Westen und Nordwesten gelegenen Gebieten noch bis in spättertiäre Zeit ein fortwährender Zuwachs an das Kontinentalland durch die successive Angliederung neuer Ketten an die schon aus älteren Zeiten existierenden Gebirgskerne statt.

Diese Faltengebirge wurzeln in früheren Perioden und reichen bis in der Gegenwart nahe Zeiten; wir haben aber auch andre kennen gelernt, deren Faltungsprozefs schon seit alter Zeit erloschen ist, und wenn wir in die ältesten Perioden zurückgehen, finden wir die abradierten Reste mächtiger Faltungsregionen verborgen unter den Ablagerungen der späteren Meeresbedeckungen.

Der Wechsel und die Vergänglichkeit der gewaltigsten Gebirgssysteme hat sich unserm Auge gezeigt, und von der Abtragung und Abrasion andrer sind wir Zeugen. Die Verschiedenheit der Gebiete mit Aufschüttungsmassen und ohne Abflüsse von den mit reicheren Niederschlägen versehenen peripherischen Teilen beruht auf der geologischen Struktur, welche auch die klimatischen Verhältnisse beeinflufst. In welcher Weise sich dieser Kausalzusammenhang äufsert, haben wir an einem der grofsartigsten Gebiete durch den Vergleich seiner physiognomischen Gestaltung mit seiner geologischen Entwickelungsgeschichte zu zeigen versucht, wie es uns zuerst v. Richthofen und dann wesentlich auch Loczy in zusammenfassenderen Darstellungen lehrten.

III. Die mit der Erschliefsung Zentral-Asiens und Chinas verknüpften allgemeineren geologischen Probleme.

„Aufragendes Land und Flachböden — das sind die beiden wesentlichsten Kontraste in den plastischen Formen der Erdoberfläche, welche in sehr wechselndem Mafsstab dem Reisenden überall auf den Festländern entgegentreten. Man kennt sie im Kleinen als Berg und Thal, in gröfserer Anlage als Gebirge und Flachland, im gröfsten Mafsstab als Kontinent und Meeresboden."

Dies ist der meisterhafte Ausdruck, in welchem einer unserer gröfsten Geologen und Geographen das Geheimnis der heterogensten Verschiedenheiten der Physiognomie unsres Planeten wie in eine Formel zusammengefafst hat, zu deren Anwendung auf den gegebenen konkreten Fall es nur der Berücksichtigung des gegenwärtigen Wertes der folgenden Kom-

ponenten bedarf, welche diese morphologische Formel bilden und als deren Funktion sich die Oberflächengestaltung darstellt.

Die Faltungen und Aufschiebungen der Schichten der Erdrinde, die Bildung von Brüchen und Dislokationen mit grofsen vertikalen Verschiebungsbeträgen und endlich in Gefolgschaft dieser beiden Vorgänge das Empordringen gewaltiger Massen aus dem Erdinnern kommender feuerflüssiger Magmen führen zur Entstehung der emporgewölbten und aufgetriebenen, oder durch Absinken der umliegenden Teile in ihrer Höhenlage gebliebenen, nun aber als Gebirge hervortretenden Massen des Erdreliefs.

Weniger leicht in ihrer Gesamtwirkung zu analysieren sind die entgegenwirkenden Kräfte: vor allem die Abtragung der Festländer durch die allmählich zerstörende und nivellierende Thätigkeit der Brandungswelle des Ozeans, die nur nach ihren Wirkungen im Verlaufe langer geologischer Perioden, während deren sie ganze Gebirge zum Verschwinden gebracht hat, in ihrem vollen Einflusse als gestaltender Faktor zu beurteilen ist; näher und unmittelbarer vor unsrer Beobachtung liegen die Erscheinungen der Zerstörung unsrer Gebirge, der Ablagerung und Aufschüttung ihrer Zerstörungsprodukte durch die mechanische Thätigkeit der fliefsenden Gewässer, sei es nun, dafs diese auf dem Festlande oder im Meere ihre Sedimente zur Ablagerung bringen.

Es dürfte auf unsrer Erde nur wenige Gebiete geben, auf welchen in ähnlicher Vollständigkeit ebenso grofsartige Beispiele für die Wirkungen dieser Kräfte in der verschiedensten Wechselwirkung zur Beobachtung stünden wie in den zentralen Teilen Asiens.

Und so ist es denn auch gekommen, dafs die Gebiete Zentralasiens und ihre peripherischen Teile schon lange die Anhaltspunkte für geologische Probleme boten, ehe ihre Entschleierung bis zum heutigen Stande der Erforschung vorgeschritten war.

Nur einige Beispiele mögen das belegen:

Der erste, der die zu seiner Zeit bekannten geographischen Thatsachen aus ihren geologischen Wurzeln zu erklären suchte, war Humboldt, und wenn auch seine geologischen Theorien heute nur noch historischen Wert haben, so ist doch sein „L'Asie centrale" ein ruhmwürdiges Zeugnis seines weitumfassenden Blicks und seiner grofsen kombinatorischen Fähigkeit.

Es kann hier nicht unsre Aufgabe sein, die einzelnen Phasen der Entdeckungsgeschichte und ihren Einflufs auf die Umgestaltung der Auffassungen darzustellen; nur die grofsen Etappen der das Wissen einer längern Zeitperiode von unsern geologischen Gesichtspunkten aus zusammenfassenden Werke sollen den siegreichen Gang einer ohnegleichen glänzenden Forschung ausdrücken. Wie der Anfang unsres Jahrhunderts, so ist auch das Ende desselben durch die Arbeiten grofser Geologen und Geographen für die Kenntnis des asiatischen Kontinents von hoher Bedeutung geworden; was damals als Geolog Alexander v. Humboldt und als Geographen Klaproth und Ritter waren, wefs letzteren Werk „Asien" v. Richthofen einen Wunderbau nennt, in welchem „der Zusammenhang der äufseren Gestaltung der Erde mit der Entwickelung der organischen Welt und des Menschen" abgeleitet wird, das ist durch v. Richthofens „China" durch das Reisewerk des Grafen Szechenyi und den weitumfassenden geologischen Gesichtspunkten nach durch Suefs' grofsartige Auffassungen, die asiatische und europäische Gebirgswelt in Zusammenhang bringt, heute vertreten.

v. Humboldts geologische Theoreme über „das Gezimmer Asiens" sind kurz skizziert; mit v. Richthofens Theorie der Löfsbildung und Begründung der Abrasionslehre, sowie mit Loczys allgemeineren Resultaten und Suefs' Zusammenfassung der Gebirgswelten zweier Erdteile werden wir uns im Folgenden beschäftigen, soweit sie nicht schon Erwähnung fanden; aber ein grofses Werk wird noch dem kommenden Jahrhundert übrig bleiben.

Grofse geographische Entdeckungen sind auf der Erde nur noch in bescheidener Zahl zu machen; die gänzlich unbekannten Gebiete sind auf einige kleinere Gebiete im nord-

westlichsten Amerika, im mittlern Brasilien, einzelne Teile der grofsen Wüstenregion Nordafrikas und Arabiens, auf zentralasiatische und australische unzugängliche Gebiete und endlich noch gröfsere Strecken im nördlichen Sibirien zusammengeschmolzen, abgesehen vom Innern Grönlands und den nördlich des Polarkreises liegenden grofsen Inselländern Nordamerikas. Aber überall geht der Wetteifer der Kulturnationen dahin, auch den noch über diesen Teilen der Erde liegenden Schleier zu lüften; auch die Nordpol- und antarktischen Expeditionen sind zu diesen Versuchen zu rechnen.

Die grofse Forschungs- und Entdeckungsperiode, welche in der Mitte unsres Jahrhunderts begann und die man als die „wissenschaftliche" bezeichnen könnte, wird somit, was neu zu erforschende geographische Gebiete anbelangt, wohl bald ein Ende finden; dasselbe gilt aber keineswegs von deren geologischer und damit grundlegender Seite; sobald aber die erstere, äufserlich wenigstens, an ihrem Ziele angelangt sein wird und dadurch eine allgemeinere Zusammenfassung ermöglicht, wird nochmals eine „Geologie und Geographie" Asiens im weitesten Sinne zu schreiben sein, welche dann endgültig die Umrisse festlegt, so dafs nur die Fülle der Detailforschungen noch zur Vervollständigung des Bildes einzutragen bleiben. Hierfür ein Ende abzusehen, ist unmöglich: die stets und immer weiter sich vertiefende Wissenschaft wird immer neue Fragen aufwerfen, immer neue Anregungen geben nicht allein auf dem geologischen Gebiete, sondern noch mehr nach der Seite des kausalen Zusammenhangs zwischen geographischen Erscheinungen und deren geologischen Ursachen.

Jener Zeitpunkt ist noch nicht gekommen. Es mag aber immerhin schon jetzt als lohnende Aufgabe erscheinen, im Anschlufs an die Forschungsresultate, die bis heute die vereinten Anstrengungen der Reisenden fast aller Kulturstaaten gezeitigt haben, die Probleme zu betrachten, welche sich als die höchsten Folgerungen und in allgemeinster Nutzanwendung für die ganze Erde dem geistigen Auge entrollten.

Beginnen wir mit einfacheren Erscheinungen; mögen die bis auf andere Kontinente sich ausdehnenden, schon erkannten, zum Teil erst geahnten Zusammenhänge zum Schlusse erörtert werden.

1. Abrasion und Transgression.

Wenn wir die im vorhergehenden Abschnitte dargestellte Bildungsgeschichte unsres Gebiets durchmustern, fallen vor allem in jenen ältesten Zeiten, während deren noch das Meer dem Lande die Herrschaft streitig machte, die mehrfach wiederholten Transgressionen auf, d. h. Perioden des Vordringens des Meeres und dadurch erfolgter Abtragung des Landes, die sich über stark gefaltetes, demnach nach unseren heutigen Vorstellungen ehemals mit Gebirgen bedecktes Gebiet im weitesten Umfange erstreckten.

Diese Abrasionen und die darauf folgenden transgredierenden Lagerungen, die sich mehrfach wiederholen, haben in ihrer Gesamtheit Wirkungen erzeugt, von deren Gewaltigkeit man sich kaum eine Vorstellung machen kann. Sind doch ganze Gebirge, dem Himalaja oder den Alpen vergleichbar, unter der Wirkung dieser Kraft verschwunden, zu einer etwas ansteigenden Fläche ausgeebnet, und ist doch ihr ehemaliges Vorhandensein nur durch im Verhältnis geringe Reste in ihrer Lagerung gestörter Schichten erwiesen!

v. Richthofen gebührt das Verdienst, die enorme geologische Bedeutung von Abrasion und Transgression richtig erkannt und im zweiten Bande seines „China" entsprechend gewürdigt zu haben; eine kurze Skizze seiner Darstellung möge daher hier den Anfang bilden.

Wenn wir uns auf den Grund der Beobachtungsthatsachen stellen, so sehen wir, und zwar nicht nur in Asien, sondern in weiter Ausdehnung, in den verschiedensten Formationen und auf allen Kontinenten steil aufgerichtete und zusammengefaltete Schichten, welche unbedingt zu grofsartiger Gebirgsbildung, etwa in der Art der Alpen, des Himalaja oder der

Andenkette, Veranlassung boten, keineswegs als solche Erhebungen hervortreten, sondern in einem gleichmäfsigen, oft fast ebenen Niveau abgeschnitten, wie wenn ein grofser Hobel alle Unebenheiten weggenommen und ausebnend gewirkt hätte; wir werden dadurch vor die Frage gestellt, welchen geologisch wirksamen Naturkräften man eine derartige Wirkung zuschreiben darf. Weder mechanische Abtragung auf der einen, noch Aufschüttung und Ablagerung auf der andern Seite kann zu einem derartigen Resultat führen. Wohl aber vermag es die scheinbar für unsere Augen und innerhalb unsres Beobachtungskreises geringfügige Wirkung der Brandungswelle des Meeres, wenn wir dieselbe mit der für unser Vorstellungsvermögen fast unendlichen Gröfse geologischer Zeiträume multiplizieren.

Wie der stetig fallende Wassertropfen schliefslich den harten Stein aushöhlt, so durchschneidet die Brandungswelle das Festland und dessen Gebirge, wenn eine langsame säkulare Senkung den Fortschritt und das Übergreifen des Meeres auf das feste Land begünstigt. Modus und Mechanismus dieser dynamischen Vorgänge sind sehr einfach und brauchen hier wohl nicht mehr des weitern klargelegt zu werden; wohl aber verdient die weitere Anwendung dieses Theorems auf die geologischen Erscheinungsformen von Abrasionsflächen mit ihrer Bedeckung von transgredierenden Sedimenten noch einige Bemerkungen.

Seitdem der Blick hierfür geschärft ist, hat man Abrasionsplateaus, d. h. die Flächen der ehemaligen marinen Abrasion, die, mit oder ohne noch erhaltene Bedeckung durch jüngere Sedimente, heute über tief zerfurchte Gebirgsgebiete weggehen, unter den verschiedensten Verhältnissen entdeckt. An die klassischen Beispiele von Wales, der belgischen Gebirge und des linken Rheinlandes reihen sich die grofsartigen Abrasionen der ältesten Meere, welche wir in Liau-tung kennen gelernt haben.

Wenn darauf aufmerksam gemacht wird, dafs, wie in den angeführten Beispielen, das Fehlen der transgredierenden Sedimentdecke, die doch nach dem Betrage der abradierten Gebirge und Festländer grofse Mächtigkeit besessen haben mufs, Schwierigkeiten für die Erklärung bieten kann, so fehlt es doch auch durchaus nicht an entgegengesetzten Beobachtungen, wenn, wie z. B. neuerdings im Schwarzwalde, über der auch orographisch sehr schön hervortretenden Abrasionsfläche auf Graniten und steilgestellten krystallinen Schiefern Rotliegendes mit groben Konglomeraten, sowie Buntsandstein mit grofsen, aber gegen Süden, gegen den Feldberg hin abnehmenden Mächtigkeiten transgredierend liegt. Viel grofsartigere Beispiele liefsen sich aus allen Teilen der Erde anführen, ebenso wie die geologische Geschichte Chinas uns deren viele gebracht hat.

Wenn wir uns aber nicht bei den Einzelheiten dieser Vorgänge aufhalten, sondern die Erscheinung in ihrer Gesamtheit zu umfassen suchen, so ergibt sich ein Cyklus von Vorgängen, der eine Trias dynamischer Wirkungen zur Grundlage hat. v. Richthofen hat sie folgendermafsen bezeichnet[1]:

„1. Eine Periode tektonischer Bewegungen, durch welche vorher abgelagerte Sedimente entweder zusammengefaltet, oder ohne Faltung, dann aber mit vielfachen Verwerfungen, trockengelegt werden. Häufig sind diese Bewegungen von Ausbrüchen von Massengesteinen begleitet.

2. Eine daraus hervorgehende Festlandsperiode, in welcher säkulare Zersetzung durch atmosphärische Agentien und Erosion durch fliefsendes Wasser, vielleicht auch zum Teil durch Eis, die Oberfläche umgestalten.

3. Eine Periode der Abrasion und Transgression, in welcher, infolge positiver Niveauveränderung zwischen Land und Meer, alles feste Gebirge über einer gewissen, durch die vorrückende Brandungswelle gebildeten Fläche abgetragen wird. Dafür werden aus deren Zerstörungsprodukten, aus den durch Flüsse herabgeführten Massen und aus dem kohlen-

[1]) v. Richthofen, China II, 781.

sauren Kalke des Meeres neue Sedimente gebildet, welche sich transgredierend auf die Fläche lagern."

Wenn man nunmehr durch Sueſs' vergleichende Studien weiſs, daſs der Eintritt von Perioden der Meeresabrasion und Transgression nicht eine während eines Zeitabschnittes auf ein bestimmtes Gebiet lokalisierte Erscheinung ist, sondern daſs zur gleichen Zeit auf gröſsern Teilen und gleichzeitig auf verschiedenen Erdteilen die Meeresinvasionen in das Festland erfolgten, so wird die Bedeutung und Tragweite der Ursachen dieser Cyklen nicht mehr auf terrestrisches Gebiet beschränkt bleiben können, sondern möglicherweise in kosmischen Verhältnissen wurzeln.

Von der einfachen diskordanten Überlagerung zweier Schichtsysteme ist unser Blick durch die Verkettung der Ursachen und Wirkungen bis in kosmische Räume geführt worden; ein anderes, scheinbar ebenso einfaches Problem wird uns einen ebenso weiten Horizont eröffnen.

Es erscheint angezeigt, in diesem Zusammenhange eine Frage zur Erörterung zu stellen, die an andrer Stelle des Ausführlichen behandelt werden wird, welche aber mit dem Problem der Abrasion das Gemeinsame besitzt, daſs ein Weitergreifen einer Wasserfläche über das Festland der Ufer erfolgt. Was bis hierher der Brandungswelle des Meeres zugeschrieben wurde, können unter gegebenen Verhältnissen auch Flüsse durch Erosion auf einer ihrer Uferseiten bewirken, nämlich ihr Bett seitlich verschieben, selbst nach der Seite hin, wo ein höheres Ufer scheinbar einen Gebirgsabfall darzustellen scheint, wie dies z. B. am rechten Wolga-Ufer der Fall ist. Gerade hier sind die Erscheinungen besonders prägnant, die darauf hinweisen, daſs das steilere rechte Wolga-Ufer im langsamen Zurückweichen begriffen ist infolge der vom Flusse nach der Seite hin ausgeübten Erosion, so daſs in einem gegebenen Zeitpunkte der geologischen Vergangenheit der Lauf des Flusses sich weiter östlich befand, ebenso wie er infolge dieses als „laterale Fluſserosion" zu bezeichnenden Vorganges in künftigen geologischen Zeiträumen weiter im Westen liegen müſste, wenn diese Auffassung ihre Richtigkeit hat. Die vielberufene Erscheinung, daſs konstant das rechte Ufer höher ansteigt, während das linke ganz flach ist und selbst in weiten Entfernungen vom Flusse kein dem Fluſsbett entsprechendes Thalgehänge besitzt, würde sich dann ohne weiteres aus dieser Anschauung erklären; nur der eigentliche Thalweg des Stromes innerhalb der durch Hoch- und Niederwasser gegebenen Grenzen besitzt eine eigene Vertiefung als sein Bett; aber auf der linken Seite wäre dann die ganze weite flache Landstrecke, die langsam nach Osten ansteigt, als eine Fläche zu betrachten, auf welcher mit successiver westlicher Verschiebung der Reihe nach die Betten des von Nord nach Süd flieſsenden Stromes gelegen haben, und das steile westliche Ufer ist der Angriffspunkt für die laterale Erosion, welche es immer weiter nach Westen zurückdrängt, und da gleichzeitig die direkte Fluſserosion in der Richtung von Nord nach Süd an der Vertiefung des Fluſsbettes arbeitet, so muſs der Theorie nach das Gehänge des westlichen Ufers immer höher werden mit weiterer westlicher, seitlicher Verschiebung des Fluſslaufes unter der Voraussetzung, daſs das westlich sich anschlieſsende Land horizontal ist oder jedenfalls nicht selbst ein erhebliches Gefälle nach Westen besitzt, das den Betrag der Tieferlegung des Fluſsbettes bei der seitlichen Verschiebung übertrifft.

Etwas Gefälle nach dieser Richtung hin wird vorhanden sein müssen, um den Grund für diese „laterale Erosion" abzugeben; denn ein von Nord nach Süd flieſsender Strom auf einer ganz langsam nach Westen sich senkenden Ebene wird sowohl in der Richtung seines Laufes wie in der dazu senkrechten eine Gravitations- oder Gefällskomponente besitzen, welche mechanische oder Erosionswirkungen auszuführen im stande ist. Der Art der Erscheinung nach stellt sich, wie am rechten Wolga-Ufer sehr schön zu beobachten ist, die Wirkung genau ebenso dar wie die verschiedenen Ingressionsstufen der Abrasionswelle in v. Richthofens theoretischen Darstellungen der Meeresabrasion.

Es werden naturgemäfs die Grenzen dieser Thätigkeit der Flüsse, ihre Betten seitlich zu verlegen, viel enger gezogen sein als für eine Meeresabrasion, besonders wenn dieser letzteren noch eine negative Strandverschiebung zu hilfe kommt. Aber zu unterschätzen dürfte sie ebensowenig sein, und auf einer weit ausgedehnten, nach einer von der Flufsrichtung etwas abweichend geneigten Fläche dürfte sie geeignet sein, die oft beobachtete Erscheinung der gröfsern Höhe des einen Ufers gegenüber dem andern zu erklären. Wie weit das zutrifft, soll an andrer Stelle erörtert werden.

2. Die äolische Aufschüttung.

Eine so langandauernde Festlandsperiode, wie sie dem nördlichen China und zentralen Asien zukommt, die während der ganzen mesozoischen und känozoischen Zeiträume von keinem Meere mehr bedeckt waren, mufste naturgemäfs eine durch die Länge der Einwirkung aufserordentlich potenzierte Wirkung der Thätigkeit von Erosion und Denudation in ihren verschiedensten Erscheinungsweisen zur Folge haben.

Da klimatische Verhältnisse von grofsem Einflufs auf diese Vorgänge sind und deren Wechsel in früheren geologischen Perioden oft schwer konstatiert und noch schwieriger auf seine wirklichen Ursachen zurückgeführt werden kann, ist das Verfolgen der Entwickelung eines Gebietes während seiner Festlandsperiode durchaus nicht einfach, ganz abgesehen davon, dafs durch die abtragende, wegführende und zerstörende Thätigkeit jener Faktoren immer das Beweismaterial für unsre Folgerungen zerstört wird. So kommt es denn, dafs wir nur vom letzten Teile des letzten Abschnittes dieser Periode ein Bild entwerfen konnten, das uns einigermafsen eine klare Vorstellung der letzten Phasen der Entwickelung der Bodenplastik gab.

Aber gerade diese letzten einesteils destruktiven, anderseits akkumulierenden Vorgänge enthalten Momente von hoher theoretischer Bedeutung.

Lassen wir es dahingestellt, wie oft im Laufe der langen Festlandszeit Wechsel von feuchterem und trockenerem Klima eingetreten sind, wie oft stärkere Erosion und Perioden der Aufschüttung sich ablösten, ehe die Grundlinien der heutigen Physiognomie gebildet waren. Jedenfalls verdankte diese letztere mit ihrer äufserst weitgehenden Modellierung einer Erosionsperiode ihre Entstehung.

Man sieht nun, dafs dieses wechselreiche Landschaftsbild mit seinen zahllosen Thälern und Schluchten, Abstürzen und Thalebenen von einem Ozean bedeckt und bis weit hinauf an den Gebirgshängen verhüllt wird: allerdings ist es kein Meer aus Wasser gebildet; aber durch die gleichmäfsig weiche, dem feinsten Pulver vergleichbare Beschaffenheit seiner Bestandteile ist die Löfsbedeckung, die alle Unebenheiten ausfüllte und an Stelle der reichgegliederten Thalsysteme nur flache, monotone Einöden setzte, sehr wohl durch das obengebrauchte Bild zu bezeichnen.

Dieser Steppencharakter ist heute nur noch teilweise in den zentralen abflufslosen Gebieten erhalten; ein feuchteres Klima hat der frisch arbeitenden Kraft des Wassers einen grofsen Teil der Gebiete zurückgegeben, die es einst schon modelliert hatte; es ist von neuem bemüht, die früher vorgebildete, gegliederte Oberfläche wieder ihres Staubmantels zu entkleiden, und dies ist ihm schon in weitem Mafse gelungen.

Wir sind dadurch in der Lage, nicht nur die Struktur des Untergrundes, sondern vor allem auch die Lagerungsverhältnisse und geologischen Beziehungen der äolischen Ablagerungen selbst genauer studieren zu können.

So grofse Mächtigkeiten auch die Staub- oder Landverwehungen erreichen mögen, wo sie ganze Thäler ausfüllen: sie sind lediglich der Windwirkung, die lange als gestaltender geologischer Faktor zu wenig berücksichtigt war, zuzuschreiben. Wo der von den Berggehängen infolge der Verwitterung, Zersetzung und mechanischen Zerstörung herabsinkende

Gehängeschutt und das Trümmermaterial nicht mehr durch fliefsendes Wasser weggeführt werden können, wird es der Wind sein, welcher für die kleinen und kleinsten Teilchen der Zerstörungsprodukte die Rolle des Wassers übernimmt, und sie in grofsen Massen, wie noch heute die Staubstürme in Steppen und Wüsten zeigen, wegtragen und an Widerständen oder in Unebenheiten und Vertiefungen seines Weges zur Ablagerung bringen wird.

Obrutschew[1]), der ausgezeichnete Gelegenheit hatte, durch eigene Beobachtungen die Wirkungen des Windes in den zentralasiatischen Gebirgen und Steppen kennen zu lernen, bestätigt die aufserordentliche Intensität derselben. Er fand gegenüber den älteren Anschauungen einen geringeren Einflufs der Sand- und Löfsaufschüttungen auf die Oberflächenformen und die Bodenbeschaffenheit im eigentlichen Zentral-Asien und er verschiebt demzufolge das Gebiet der Löfsablagerungen aus den zentralen Teilen mehr gegen die peripherischen hin.

Kein Beispiel ist für das Festsetzen des in der Luft mitgeführten Löfsmaterials und das Verwachsen mit dem schon im Boden vorhandenen Löfs charakteristischer als dasjenige, welches v. Richthofen von Hsi-ngan-fu, nördlich vom Tsin-ling-schan unweit des Wei-ho, beschreibt[2]).

„Die Oberfläche besteht hier aus neugewachsenem Löfs. Von Tung-kwan aus liefs sich dieses dem anthropozoischen Zeitalter, und zwar der historischen Periode, angehörige Gebilde in dem an alten Bauwerken und Monumenten reichen Lande beobachten. So beträchtlich die Staubstürme in Zentral-Asien sind, dürften sie doch ihre gröfste Intensität hier erreichen, wo die oft sehr heftigen Winde des trockenen Nordwestmonsuns den Löfs eines weit nach Westen und Norden ausgedehnten Gebietes an allen Entblöfsungen angreifen und in Form von Staub entführen, um ihn dort, wo die atmosphärischen Strömungen mit der Verminderung der Geschwindigkeit ihre Tragkraft verlieren, wieder abzulagern. Die Weizenfelder und Gärten, die Kräuter und Sträucher der unkultivierten Strecken, ebenso wie die an der Leeseite aller Unebenheiten, und insbesondere auch der Bauwerke gelegenen Stellen, halten den Staub fest, und der nächste Regenfall befestigt ihn als eine neue Schicht an die Oberfläche des Erdbodens. Während aber auf den Grassteppen dieses Wachsen gleichmäfsig über weite Strecken stattfindet und der Regen die Nivellierung befördert, arbeiten hier verschiedene Umstände auf die Vermehrung der Unebenheiten hin.“ Und später: „Am deutlichsten wurde das Wachsen des Bodens an einigen Stellen vor Augen geführt, wo senkrechtstehende Steintafeln mit Inschriften, die, wo immer sie angebracht seien, auf einem mehr oder weniger hohen gemauerten oder in Stein gehauenen Sockel stehen, nur mit ihren obersten Teilen aus dem Boden aufragen. Da sie nicht in den letzteren versunken sind, ist nur die Annahme zulässig, dafs der Boden um sie gewachsen ist.“

Wo Wasserbecken vorhanden sind, wird diesen natürlich auch vom Winde Material zugetragen, das mit dem echten Löfs die Beschaffenheit gemeinsam hat, aber dessen Strukturcharakter durch die Ablagerung im Wasser modifiziert wurde.

Nach Loczy waren vor der grofsen Steppenperiode und der Entstehung des Lösses im nördlichen China sowohl im tibetanischen Hochlande wie im Gobibecken ausgedehnte Süfswasserseen vorhanden, welche die Bildung des sogenannten Seelösses bedingten. Später reduzierten sich diese Seen durch Verdunstung, als die jährlichen Niederschlagsmengen geringer wurden, und sie erhielten dadurch ihren heutigen salzigen Charakter. Da die Zeit der Existenz der gröfsern Süfswasserseen in das Pliocän verlegt wird, ist auch für die äolischen Bildungen, wenigstens für die Gebiete des Seelösses, ein früherer Beginn vorauszusetzen als für die diluviale grofse Steppenerstreckung, die wohl nur den Höhepunkt bezeichnet.

---

[1]) Obrutschew, Geographische Skizze von Zentral-Asien und seiner südlichen Umrandung. Geogr. Zeitschrift, herausgegeben von A. Hettner, Jahrg. I, S. 257, 1895.

[2]) v. Richthofen, China II, 550.

Der hierdurch von v. Richthofen versuchte Nachweis der äolischen Löfsbildung, die noch vielfache, hier nicht näher zu berührende Stützpunkte erhielt, rief eine lebhafte Diskussion in geologischen Kreisen hervor, und bald begann man auch dieselbe Erklärungsweise für Laterit, Tschernosem (Schwarzerde Südrufslands) &c. heranzuziehen.

Die letzten Konsequenzen aber führen auf sehr weite Gebiete.

Die Löfsbildung setzt Steppencharakter und ein trockenes Klima voraus, und wenn man über weite Teile Europas ebenfalls die Verbreitung des Lösses konstatiert hat, ergibt sich von selbst die Frage nach den Ursachen der klimatischen Änderungen, welche einerseits die Erosionsperiode des Tertiärs einem trockenen Steppenklima weichen liefsen und später wieder dieses in den aktuellen Zustand überführten. Hier für Europa liegt ja die Annahme eines kausalen Zusammenhangs mit der Periode der grofsen Vereisung im Diluvium sehr nahe, die ja genügend die klimatischen Änderungen beweist; diese sind wohl auch oszillatorisch eingetreten, wie die Rekurrenz mehrerer Vereisungen und dazwischenliegender Rückzugsperioden in Europa wie in Nordamerika darthut. Damit ist aber die oben aufgeworfene Frage nur dahin modifiziert, dafs wir die zureichenden Gründe für die Vereisungen der Diluvialzeit suchen müssen; und da diese gleichzeitig auf der ganzen nördlichen Hemisphäre eingetreten ist, so ist das Problem weiter ausgedehnt und allgemeiner geworden. Wenn man nun vollends bei der Untersuchung der Gründe des Eintritts der Eiszeit berücksichtigt, dafs in verschiedenen geologischen Perioden schon vom paläozoischen Alter ab die unzweideutigen Spuren von Eiszeiten zum Teil in heute den Tropen angehörigen Gebieten aufgefunden wurden, so dürften Schwankungen der Erdachse, Verschiebungen und Wanderungen der Pole während langer geologischer Zeiträume und dafür vielleicht selbst kosmische Erscheinungen zur Erklärung herangezogen werden müssen.

So wichtig und wertvoll auch diese Gesichtspunkte für weitere Gebiete geologischer Forschungen geworden sind, so genügt es hier doch, sie nur kurz gestreift zu haben. Nur eine Hindeutung mag zum Schlusse noch gemacht werden, nämlich, ob zwischen diesen den beiden behandelten Theoremen, dem der Meeresabrasion und Transgression und dem der äolischen Aufschüttung, die in ihren Äufserungen und Produkten so aufserordentlich weit verschieden sind, nicht ein Zusammenhang existiert. Nicht etwa, dafs transgredierende Meeressedimente sowohl wie Löfs mechanisch gebildete Ablagerungen darstellen mit dem Unterschiede, dafs die eine vom Wasser, die andre von der Luft abgesetzt wurde, wohl aber in der Weise, dafs durch die grofsen Massenverschiebungen, welche die Abrasion durch die Entfernung ganzer Gebirge und die Transgression, sowie überhaupt die marine Sedimentation durch erneute Ablagerung ebenso grofser Massen an anderen Stellen hervorbringen, Schwerpunktsveränderungen in der Erde, Bewegungen des feuerflüssigen Erdkernes und dadurch dann jene Achsenverschiebung und Polwanderungen erzeugt werden, die ihrerseits dann zu den Klima-Änderungen, welche die äolischen Aufschüttungen zur Folge haben, im Verhältnis von Ursache und Wirkung stehen.

So führte der exakte Weg der geologischen Erforschung eines Gebietes durch naheliegende Zusammenhänge bis in jene Weiten, in welchen sich alle Wissenschaften begegnen und zu gemeinsamer Arbeit die Hand reichen: die scheinbar unzusammenhängenden Erscheinungen finden gemeinsame Wurzeln.

Die genaue Durchforschung bietet aber auch praktische Resultate, welche in ihrer Bedeutung für die Zukunft ebenfalls der Beachtung werte Probleme bilden.

Nach jenen spekulativen Ausführungen mögen noch zwei praktische Beispiele, ebenfalls aus Zentralasien und China entnommen, die Richtigkeit des eben aufgestellten Satzes darthun.

Wir wählen die Kohle und das Gold. Das eine ist schon lange in weiteren Kreisen seiner Bedeutung nach, wenigstens was China anbelangt, bekannt; hier wird nur wenig Neues anzufügen sein. Was aber den Goldreichtum gewisser Teile Zentralasiens anbelangt,

so ist den diesbezüglichen Resultaten der russischen Forschungsexpeditionen noch nicht die ihnen gebührende Aufmerksamkeit geschenkt worden. Es erscheint daher angezeigt, auch hierauf kurz zu sprechen zu kommen.

3. Vorkommen von Kohlen.

Die Bedeutung der Kohlenfelder Chinas für die zukünftige Kohlenproduktion, wenn diese Gebiete erst einmal durch gute Kommunikationsmittel und -wege für weitere Zwecke als den blofsen lokalen Konsum dienstbar gemacht sein werden, hat schon v. Richthofen dahin präzisiert, dafs die Eisenbahnverbindung der grofsen Kohlenfelder von Schansi mit der Ebene und den Hafenplätzen nicht verfehlen wird, einen Umschwung im Welthandel und Weltverkehr hervorzubringen.

Gerade der gegenwärtige Zeitpunkt, in dem sich schon in absehbarer Zeit bei dem fortwährend für industrielle Bedürfnisse steigenden Kohlenkonsum eine Erschöpfung unserer Kohlenquellen vorausberechnen läfst, und wo das aufgerüttelte China mehr denn je sich veranlafst sehen wird, aus seinen reichen natürlichen Hilfsquellen den richtigen Nutzen zu ziehen, erscheint geeignet für einen Hinweis auf die dort zu erwartenden Schätze.

Der besonderen Zusammenstellung, die v. Richthofen am Schlusse des zweiten Bandes seines Reisewerks über die nordchinesischen Kohlenfelder gegeben hat, sind die folgenden Bemerkungen entnommen.

Die bei weitem vorherrschende Anzahl der Kohlenflötze gehört dem echten Steinkohlengebirge an, und in fast allen Provinzen des nördlichen China sind Kohlen von gröfserem oder geringerem Werte aus dieser Formation vorhanden; sie sind aber nicht auf das Steinkohlengebirge allein beschränkt, sondern treten auch in jüngeren Formationen auf, aber hier nur in sehr beschränkter Verbreitung, z. B. bei Peking, im nördlichen Tschili und in Schantung. Wir hatten ja im zweiten Teile erwähnt, dafs nur geringe Reste der karbonischen Meeresbedeckung in jüngere Zeiträume weiterdauerten.

Wenn man nach der Ausdehnung und zukünftigen technischen Bedeutung die chinesischen Kohlenfelder besprechen will, so gebührt bei weitem die erste Stelle dem Plateau des mittleren und südlichen Schansi. „Keine Provinz von China besitzt einen Reichtum an Kohle und Eisen von ähnlicher Bedeutung, und was das Verhältnis des Gesamtareals zu demjenigen der Kohlenfelder betrifft, so gibt es wahrscheinlich kein bekanntes Land der Erde von gleicher Gröfse, welches Shansi den Rang streitig zu machen vermöchte.“ Abgesehen vom südwestlichsten Teile kann die ganze Provinz als ein grofses Kohlenfeld betrachtet werden, das durch das gleichzeitige ausgedehnte Vorkommen guter Eisenerze und die günstigsten Bedingungen des Abbaus eine noch höhere Bedeutung erhält.

Das gesamte Kohlengebiet besteht aus zwei durch den Gebirgszug des Ho-schan getrennten Teilen; im südöstlichen Schansi kommt ein ausgezeichneter Anthrazit vor, und zwar derart, dafs v. Richthofen sagt, dafs dieses Kohlenfeld nicht allein bei weitem das gröfste Anthrazit-Gebiet der Welt ist, sondern auch mit allen Kohlenfeldern überhaupt den günstigsten Vergleich aushält, was die technischen Bedingungen des Bergbaus anbelangt.

Eine Minimalschätzung der auf dem Gebiete von 34870 qkm vorhandenen Kohle führt zu einem Betrage von 630 000 000 metrischer Tonnen. Die erwähnten günstigen Verhältnisse für den Bergbau bestehen darin, dafs bei fast horizontaler Lagerung neben weniger starken Flötzen ein solches von 20—30 Fufs Mächtigkeit an vielen Stellen an der Oberfläche ausstreicht.

Im südwestlichen und westlichen Schansi wird hauptsächlich eine bituminöse Kohle gefördert, deren Verbreitungsgebiet auf etwa 1000 deutsche Quadratmeilen beziffert werden kann, und die produzierbare Kohlenmenge dürfte der für den Anthrazit angegebenen Zahl gleichkommen, so dafs das kohlenführende Areal in dieser Provinz allein in einer Verbreitung

von 1600 — 1750 deutschen Quadratmeilen einen Kohlenvorrat von 1260000000 Tonnen im Minimum enthalten dürfte.

Geologisch interessant ebenso wie auch vom technischen Gesichtspunkte nicht aufser Acht zu lassen ist das Kohlengebiet von Ta-tung-fu, dessen Bildung der unteren Jurastufe zufällt, das aber bei söhliger Lagerung eine Kohle von vorzüglicher Qualität liefert; sie steht in einem Hauptflötz von 20 Fufs Mächtigkeit an.

Unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen wie in Schansi gehen die Kohlenfelder noch weiter westlich durch Schensi und Kansu, und v. Richthofen vermutet, dafs das karbonische Tafelland hier noch eine gröfsere Verbreitung besitzt als in Schansi. Die Abgelegenheit der Gruben und die Spärlichkeit der Bevölkerung sind einer intensiveren Produktion hier ungünstiger, als in Schensi. Auf die noch weiter nach Westen gehende Ausdehnung der Kohlen werden wir unten zu sprechen kommen.

Nächst den Kohlenfeldern von Schansi kommen ihrer jetzigen und zukünftigen Bedeutung nach diejenigen der Provinz Schan-tung, die ebenfalls gröfstenteils karbonisch sind, aber auch jüngere Kohlenbildungen aufweisen.

Die einzelnen Kohlenfelder sind hier räumlich getrennt, und das gröfste von I-tshou-fu dürfte das von Po-shan, welches auf 12 Quadratmeilen geschätzt wird, noch übertreffen. Wenn die Abbauverhältnisse hier nicht so günstig liegen wie in Schansi, so ist dieser Nachteil durch die Nähe der grofsen Ebene mit schiffbaren Wasserstrafsen aufgewogen. Für die anzulegenden Eisenbahnen glaubt v. Richthofen diesen Kohlenfeldern die gröfste Bedeutung zuschreiben zu sollen.

Die Kohlenfelder der weiteren Umgebung von Peking in der Provinz Tschili enthalten zum Teil ausgezeichnetes Material an Kohle und Anthrazit, sind aber zum Teil unter sehr gestörten Lagerungsverhältnissen; hier gehören die Flötze ebenfalls verschiedenen, zum Teil jüngeren Altersstufen an, und die älteren derselben sind auch die wertvollsten. Vor den übertriebenen Hoffnungen, die man auf diese Kohlengebiete gesetzt hat, warnte v. Richthofen unter ausdrücklichem Hinweise auf die zahlreichen Gruben, die in der Zukunft vielversprechend sind für die Versorgung der grofsen Ebene, z. B. Ping-ting-tshou in Schansi und Kaiping besonders für Peking und Tien-tsin.

In Liau-tung sowohl wie im östlichen Kuen-lun kommen im Gebirge durch Verwerfung geschützt oder als Erosionsrelikte kleinere Kohlenfelder vor; ebenso besitzt das nördliche Ho-nan zahlreiche, aber kleine Felder, die hier nur der Vollständigkeit wegen erwähnt sein mögen.

Die von v. Richthofen ausgesprochene Vermutung, dafs die Kohlenfelder der Plateaus von Schansi und Schensi noch weiter nach Westen reichen, hat sich vollauf bestätigt.

Wenn auch nach Loczy die Kohlenflötze in den Mulden zwischen den Ketten des nördlichen Teils des mittleren Kuen-lun, im Gebirgssystem des Nan-schan, bei weitem nicht mehr so mächtig sind wie in den östlicher gelegenen Gebieten, so sind sie doch an zahlreichen Orten wie auch am Rande des Gobi-Beckens vorhanden. Den Schilderungen der Kohlengruben in der Gegend von Teng-tjan-tsching am Nordabhange des Nan-schan ist zu entnehmen, dafs die kohlenführende Formation äquivalent ist derjenigen in Schansi, aber ihrer Fauna nach mehr Verwandtschaft mit dem russischen Ober-Karbon besitzt als mit dem Ober-Karbon von Lo-ping. Die Kohle der Flötze wird als eine schöne, reine Stückkohle geschildert, die auf sehr primitiven und wenig tiefen Abbauen gewonnen wird.

Längs des ganzen Nordfufses des Ho-jen-schan treten Karbonablagerungen mit Kohlenflötzen auf, und die Bedeutung dieser Verbreitung des produktiven Steinkohlengebirges tritt erst dann richtig hervor, wenn man im Auge behält, dafs auch noch bedeutend nordwestlicher im Thian-schan Kohlenbecken bekannt sind, und zwar auf beiden Seiten desselben; im Norden scheinen sie sogar noch weit in das südliche Westsibirien hineinzureichen, wie Kohlenfunde am oberen Irtysch und sogar am Tobol beweisen. Für Rufsland und Sibirien

würden diese Lager von grofser Wichtigkeit werden können, besonders wenn — was zu erwarten steht — durch spezielle Nachforschungen deren mehr und ergiebigere aufgefunden werden sollten.

Zum Teil kann diesen Kohlenflötzen auch ein jüngeres Alter als karbonisch zukommen, wie denn auch die im westlichen Kuen-lun ebenfalls vorkommenden Kohlenflötze als jurassisch bezeichnet werden. Wie dem nun aber auch sei, so steht jedenfalls das fest, dafs vom Osten Chinas an zerstreute, mehr oder weniger ausgedehnte Kohlenbecken im ganzen nördlich vom Kuen-lun gelegenen Gebiete vorkommen, die da, wo die tektonischen Verhältnisse günstig sind, wie in Schansi, sehr grofse Areale einnehmen können; aber auch die kleineren, in die Gebirgsfalten eingeprefsten oder zwischen Verwerfungen eingekeilten Flötze können vom praktischen Gesichtspunkte aus von Bedeutung werden.

Aber auch im Süden fehlt es nicht an Kohle, nur haben die südlich vom Tsin-ling-schan schon in der Provinz Sze-tschwan abgebauten Kohlen ein jüngeres Alter. Loczy beschreibt z. B. die Steinkohlenlager von Schig-dja-ho bei Quan-juön, deren Pflanzenreste mitteljurassisch sind. Von den zahlreich im Schieferthone auftretenden Flötzen sind nur zwei mächtigere und reinere Flötze abbauwürdig an der genannten Stelle, wo sie mit etwa 25° nach Süden einfallen. Aber bei der regelmäfsigen Schichtfolge im Becken von Sze-tschwan wird auch eine weitere Verbreitung kohlenführender Horizonte vorauszusetzen sein.

Schon im Thale des Han kommen über Kohlen, die dem Karbon angehören, solche in jüngeren Formationsgliedern vor, die schon den ältesten Bildungen des Roten Beckens von Sze-tchwan gleichstehen, und auch diese letzteren führen viele Kohlen, welche eine weite Ausdehnung im südlichen China besitzen. Für ihren Wert ist folgende Bemerkung v. Richthofens bestimmend, dafs die ökonomische Wichtigkeit sehr weit hinter der Gröfse des Kohlenfeldes und der Masse der darin enthaltenen Steinkohle zurückbleibt, obwohl das Feld zu den gröfsten Chinas gehört, da die Ausbeutung der Kohle nur in einer verhältnismäfsig schmalen Zone längs der Ränder geschehen kann.

Wenn für die ökonomische Bedeutung der gröfstenteils noch brachliegenden Kohlenschätze erst noch die Voraussetzung erfüllt werden mufs, dafs China aus seiner Stagnation heraustritt und europäischen Verkehrsmitteln und technischen Methoden geöffnet wird, wenn somit erst die Zukunft diese enormen natürlichen Hilfsquellen des Landes erschliefsen wird, so gilt dasselbe auch auf einem andern Gebiete, dessen Bedeutung kaum geringer angeschlagen werden darf, nämlich dem des Einflusses besonders zentralasiatischer Teile auf die Goldproduktion.

4. Das Vorkommen von Gold.

Es erscheint hier der geeignete Ort, auch dieses praktische Problem etwas zu behandeln, weil man geneigt war, die Goldvorräte in den grofsen Gebirgsketten des zentralen Asien und in deren Trümmer- und Schuttmassen zu unterschätzen oder ganz zu ignorieren, und ferner, weil durch die neueren Reisen wichtige Anhaltspunkte für eine Beurteilung geliefert wurden. Bei dem Eifer russischer Forscher und der thatkräftigen Unterstützung, welche die russische Regierung allen Unternehmungen zukommen läfst, die dazu beitragen, unbesiedelte Gebiete ertragsfähig und bewohnbar zu machen, ist es leicht möglich, dafs die im folgenden zu beschreibenden goldführenden Gebiete im mittleren und westlichen Kuen-lun noch eher von den Russen ausgebeutet werden, als die chinesische Kohle sich den ostasiatischen Markt erobert hat.

Es würde hier zu weit führen, auch nur eine flüchtige Zusammenstellung aller der Gebiete Chinas und Zentralasiens zu versuchen, welche als goldführend bekannt sind. Fast jeder Reisende, der gröfsere Teile durchquerte, brachte neue Beiträge über Goldwäschereien oder Flüsse, deren Sand so weit goldhaltig ist, dafs der genügsame Chinese eben noch seinen kärglichen Lebensunterhalt beim Auswaschen desselben findet.

In China sind es besonders die südwestlichen Provinzen Sze-tschwan und Yün-nan, deren Flüsse Gold führen, und von Tonking an östlich finden sich in Kwangsi und Kwantung goldführende Distrikte.

Im Süden des östlichen Kuen-lun ist es das Thal des Han und im Norden die Provinz Schensi, welche für Goldproduktion etwas mehr ins Gewicht fallen; aufserdem auch noch Schan-tung. Pumpelly hat eine Zusammenstellung der ihm bekannt gewordenen Goldfundpunkte mit Angabe ihres jeweiligen Charakters gegeben. Es genügt, hier darauf hingewiesen zu haben, dafs die Orte, an welchen Gold gewonnen wird, nicht eben spärlich sind; dafs sie aber für die Zukunft eine grofse Bedeutung erlangen werden, dürfte unwahrscheinlich sein. Viel eher mag das zutreffen für die Goldfelder in Süd-Tibet, nördlich von Lhassa und westlich von Thok-Jalung, über deren Reichtum fast märchenhafte Berichte kamen, über deren geologische Grundlagen wir aber noch wenig orientiert sind.

Die Sagen der Alten, die uns Herodot, Strabo, Ktesias und andre überliefert haben, von goldgrabenden Ameisen beziehen sich auf diese Gegenden, denn die Goldgräber leben hier der kalten, frostigen Winde wegen in unterirdischen Bauen, ähnlich wie Ameisen, und diese Art ihrer Wohnstätten, die im grauen Altertum dieselbe war wie noch heute, hat den Anlafs zu jener mythischen Allegorie gegeben.

Es ist möglich, dafs eine Erschliefsung dieses für Europäer ganz unzugänglichen Landes, in welchem alles Gold dem Oberpriester gehört, noch manches Unerwartete über Goldvorkommen an den Tag bringen wird, wie das denn auch in den nördlichen Teilen Tibets, mit denen wir uns jetzt beschäftigen wollen, geschehen ist.

Wie wenig über diese Distrikte und ihren Goldreichtum noch vor ganz kurzer Zeit bekannt war, geht unter anderm daraus hervor, dafs ihrer Suefs in seiner „Die Zukunft des Goldes" betitelten Zusammenstellung nicht erwähnt, und nur ganz vereinzelt finden sich Hinweise, wie z. B. der von F. Holt, der sich wie folgt ausdrückt: „It is indeed astonishing to become aware of the universality of the knowledge of the existence of gold in northern China, and of the apathy with which its appears to be regarded." [1])

Er hat auch die Nachrichten zusammengestellt, welche beweisen, dafs im Norden Chinas, in der Mongolei und Mandschurei, Goldstaub gewonnen wird und in der Provinz Schensi, besonders in der Umgebung von Lan-tchou, Gold aus den Flüssen gewaschen wird.

Die aber vom Gesichtspunkte der Bedeutung für die Zukunft der Goldproduktion am meisten ins Gewicht fallenden Gebiete hat uns Bogdanowitsch in dem Reisewerke der Piewtzowschen Expedition kennen gelehrt, und seiner Schilderung sind die folgenden Angaben entnommen:

Das Gebiet, welchem die grofse Bedeutung für die Zukunft der Goldproduktion zugeschrieben wird, umfafst die Teile des westlichen Kuen-lun, welche als Gebirge von Kiria, Russische Kette, Altin-tagh und Akka-tagh bezeichnet werden.

Wenn wir uns aus der geologischen Bildungsgeschichte dieser Bergländer vergegenwärtigen, dafs sie seit uralter Zeit als Faltengebirge emporgestiegen, bis zur Gegenwart den Einflüssen der Verwitterung und Zersetzung unterlegen gewesen sind, ohne dafs eine wirksame Erosion durch fliefsendes Wasser die Trümmer entfernte, und dafs nur durch den Wind eine Wegführung der feinsten Teilchen der Zersetzung stattfand, so ist leicht abzuleiten, dafs — einen Goldgehalt in den primären Gesteinen vorausgesetzt — derselbe sich in den enormen Aufschüttungsmassen zwischen den Gebirgskämmen sogar angereichert vorfinden mufs. Bogdanowitsch berichtet nun folgendes über die von ihm untersuchten goldführenden Gebiete vom Karangu-tagh im Westen bis zum Meridian des Lop-nor im Osten, die sich über eine Entfernung von über 800 km ausdehnen.

In den zwölf verschiedenen Gruppen von Goldwäschereien herrschen je nach der Art der

---

[1]) In Lock: Gold, its occurrence and extraction. London 1882. S. 303.

goldführenden Ablagerungen verschiedene Methoden der Gewinnung des edlen Metalles, die alle das gemeinsam haben, dafs sie äufserst primitiv sind. Von besonderem Interesse sind die Gruben am Chaschi-Darja. Hier und am Tschokar-Darja findet sich das Gold im Zement eines postpliocänen Konglomerats, das 200—400 Fufs Mächtigkeit erreicht. Die gröberen Bestandteile dieses Zements werden mechanisch entfernt, das Zement selbst wird mit hölzernen Hacken zerkleinert und endlich im Winter in Eiströgen ausgewaschen unter fortwährendem Zerreiben und Zerstofsen des Materials.

Die letzte Scheidung des Goldes wird dann in hölzernen flachen Schüsseln vorgenommen. Im Sommer werden die Eiströge durch Erdmulden am Ufer ersetzt.

Die Bedeutung einzelner der Grubenfelder geht daraus hervor, dafs z. B. am Karakasch-Flusse über 1000 Chotaner während des Sommers mit Goldwäschen beschäftigt sind und das goldführende Gebiet von Souryak sich über eine Fläche von mindestens 25—30 Quadratwerst ausdehnt. Die auf dem Südabhange des westlichen Kuen-lun gelegenen Gruben sind demgegenüber weniger bedeutend.

Im Bassin des Moldscha-Flusses werden Konglomerate aus alten Flufsalluvien auf Gold ausgebeutet und ebenso die Ablagerungen des Kessels des Togrikuben, der bei einer Breite von 6—8 Werst und einer Länge von 11—12 Werst mit Süfswassersedimenten gefüllt ist, welche entschieden goldführend sind und eine Mächtigkeit von 300 Fufs und mehr erreichen. Durch seinen Reichtum an Wasser und guten Weideplätzen würde dieser etwa 9000 Fufs hoch gelegene Kessel einen erträglichen Aufenthalt gewähren. Die Ausbeute wird aber nach Bogdanowitsch von den Einheimischen unterlassen, um nicht die Habsucht der Chinesen zu wecken. In der östlichen Gruppe der Moldscha-Goldgruben werden nicht nur die alten konglomeratischen, sondern auch die rezenten Alluvien auf Gold ausgebeutet, und hier ist der Nachweis der Provenienz des Goldes besonders scharf zu liefern. Grünlich-graue, dichte thonig-talkige Schiefer haben eine sehr grofse Verbreitung in diesen Teilen des Kuen-lun und bilden einen der beständigsten Horizonte in der geologischen Schichtfolge im Devon; sie sind die primären Träger des Goldgehalts, und besonders aus ihnen ist es in die losen oder fest gewordenen Aufschüttungsmassen gelangt. Infolge der starken mechanischen Wirkungen, die sich allenthalben im Gebirge zeigen, sind diese Schiefer von zahllosen Quarzadern durchzogen, welche ein zerfressenes Aussehen haben und neben Magneteisen Gold enthalten. An den Kontaktstellen zwischen Quarzadern und Talkschiefer weist dieser letztere auch charakteristische Veränderungen auf, die Bogdanowitsch als ophitische Umänderung bezeichnet. Nicht blofs das geologische Auftreten, auch die mikroskopische Untersuchung zeigt, dafs diese Schiefer überall einer starken Dynamometamorphose unterworfen waren, und mit dieser mag die Konzentration der Goldteilchen zusammenhängen. Jedenfalls gilt das für einen Teil der primären Goldlagerstätten, wenn auch nicht für den ganzen Kuen-lun. Bruchstücke von thonig-talkigen Schiefern in den Alluvien oder älteren Konglomeraten werden von den Bewohnern dort als Anzeichen für einen vorhandenen Goldgehalt angesehen.

In den 8500 Fufs hoch gelegenen Gruben von Kopa, wo nur spärlich Wasser vorhanden ist, wird das Gold durch äolische Saigerung, Auswehen, nicht Auswaschen, gewonnen aus dem dunklen, schwarzen Detritus. Die goldführenden Ablagerungen bedecken einen Raum von 6—8 Quadratwerst, und gröfsere Goldklumpen kommen hier häufiger vor.

Der Prozefs der äolischen Saigerung wird so vollzogen, dafs von einem Arbeiter das feingeriebene und zerstofsene Material in einem flachen hölzernen Troge über dem Kopfe leicht geschwenkt wird, so dafs beim Herabfallen die einzelnen Bestandteile durch den Wind je nach ihrer Schwere mehr oder weniger weit entfernt von der vertikalen Fallrichtung auf ein untergelegtes Gewebe niederfallen; die letzte Trennung des Goldes von noch mit ihm niedergefallenen schwereren Teilen wird durch Blasen mit dem Munde bewerkstelligt.

Die andern, von Bogdanowitsch namhaft gemachten und zum Teil schon von Prschewalski

beschriebenen Goldgruben haben unter ungünstigen Bedingungen für Aufenthalt und Lebensunterhalt zu leiden, sind aber nach dem von ersterem Forscher ausführlicher begründeten Urteile für einen Grofsbetrieb der Goldproduktion nicht ungeeignet.

Alle vorliegenden Beobachtungen zeigen, dafs das Gold aus mechanisch zur Ablagerung gekommenen Lagerstätten überall im Kuen-lun gewonnen wird, gleichviel ob der Wind oder das Wasser die mechanische Anreicherung herbeigeführt hat. Es gibt Lagerstätten, die direkt auf dem zersetzten goldführenden Gesteine liegen neben andern, deren Bestandteile einen weiten Transport erfahren haben. Es kann sich nur um den mechanischen Weg der Zerstörung, des Transports und der Scheidung nach dem Gewichte hier handeln, wo nach Lage der dürftigen oder oft ganz fehlenden Wasserzirkulation chemische Aktionen ausgeschlossen sind.

Bogdanowitsch berechnet, dafs im Mittel kaum mehr als 2,4 Solotnik Gold täglich aus einem Kubikmeter bei den primitiven Methoden gewonnen werden; anderseits aber, da nur grobkörniges Gold gewonnen wird, während doch Staubgold genug vorhanden ist, und die Goldlager, die nur ganz oberflächlich in Angriff genommen werden, schier unerschöpflich erscheinen, möchte Bogdanowitsch diese Grubenfelder als die ausgedehntesten der Welt ansehen.

Für die Möglichkeit einer künftigen rationellen Ausbeutung durch Grofsbetrieb liegen die Bedingungen günstig. Einmal ist genügend Wasser vorhanden, um sowohl auswaschen wie auch Haldenmaterial wegschaffen zu können. Die Mächtigkeit der goldführenden Ablagerungen ist meist eine recht bedeutende, und wo ein Transport zum Wasser unthunlich ist, könnten Gebläsevorrichtungen, wie in Arizona &c., mit viel Erfolg in Wirksamkeit gesetzt werden.

Ein genügsames, gegen die Unbilden des Klimas abgehärtetes und an die Entbehrungen in den entlegenen Gegenden gewöhntes Arbeitermaterial steht ebenfalls zur Verfügung. Für die günstige Lage, welche neue Unternehmungen auf diesen Goldfeldern zu finden hoffen dürften, ist der folgende Vergleich, den Bogdanowitsch anstellt, bezeichnend:

Im Olekminskischen Kreise der Provinz Jakutsk erzielen 5638 Arbeiter, die im Jahre 78 Millionen Pud Material mit einem mittleren Goldgehalt von 2 Solotnik $26\frac{3}{4}$ Doli in 100 Pud verarbeiteten, 464 Pud Gold. Bei demselben Goldgehalt und derselben Ertragsfähigkeit würden 1600 Arbeiter in Olekma $\frac{464.1600}{5638} = 132$ Pud Gold gewinnen können. In Kaschgar aber erzielt dieselbe Zahl von Arbeitern nur gegen 20 Pud Gold. Nimmt man also denselben durchschnittlichen Goldgehalt von $2\frac{1}{4}$ Solotnik in 100 Pud, so ist der Ertrag in Kaschgar $\frac{132}{20} = 6{,}6$ mal geringer als in Olekma. Bei einem Goldgehalt von 3 Solotnik in 100 Pud lohnt sich die Mühe in Olekma $6{,}6 . \frac{3}{2{,}25} = 8{,}5$ mal besser als in Kaschgar. Bei Einführung einer guten Technik in Kopa und Sourjak könnten somit 200 Arbeiter dasselbe jährlich leisten, was jetzt 1600 erreichen, nämlich einen Ertrag von 200 Pud Gold im Jahre.

Derartige Goldlagerstätten sind nun weit verbreitet und dehnen sich über die Gebiete hinaus aus, welche Bogdanowitsch eingehender untersucht hat; er selbst führt eine Anzahl an, die er nicht selbst kennen lernen konnte, und die grofse Anziehungskraft auf die Bevölkerung ausüben. Prschewalski und Michaelis[1]) beschreiben ähnliche Typen aus dem Nan-schan-System, und bei Loczy findet sich (l. c. S. 828) folgende wichtige Bemerkung: „Die hochgelegenen Ebenen Ost-Tibets werden durch die an Ort und Stelle gebliebenen Verwitterungsprodukte charakterisiert. Das weit und breit in grofser Menge vorkommende

---

[1]) Michaelis: Von Han-kou nach Su-tschou. Erg.-Heft Nr. 91, Peterm. geogr. Mitt. 1888, S. 49 ff.

Waschgold beweist, dafs sich hier die säkulare Verwitterung seit sehr langer Zeit in Aktion befindet."

Welche grofsen Beträge die Aufschüttungsmassen und Trümmerauffüllungen in den Thälern der zentralasiatischen Gebiete erreichen, und wie weit infolge der Länge der Einwirkungszeit die Zerstörung und Verwitterung der Gebirge vorgeschritten ist, hat die Schilderung der langen, gröfstenteils niederschlagsarmen Festlandsperiode gezeigt. Wenn nun in dieser grofsen Ausdehnung goldhaltige Schiefer, deren weite Verbreitung und Konstanz Bogdanowitsch ausdrücklich betont, weggeführt sind, so mufs deren Goldgehalt in den mechanisch aufgehäuften Massen vorhanden sein und jedenfalls nicht in solcher Ferne wie die feinen vom Winde getragenen Staub- und Sandteilchen. Aus den mitgeteilten Berichten geht denn auch hervor, dafs von den chinesischen Flüssen beginnend bis in die unwirtlichsten Steppen und Gebirgswüsten ein Goldgehalt nachgewiesen ist, der nur auf unrationelle Weise ausgebeutet noch nicht die ihm zukommende Bedeutung erlangt hat. Das wird aber sicher eintreten, früher oder später. Jedenfalls wird das zentralasiatische Gebiet zur Bekräftigung des Satzes dienen, dafs die Zukunft der Goldproduktion nicht im Abbau goldführender Gänge, sondern in den schon durch mechanische Aufbereitung bereicherten Lagerstätten liegt.

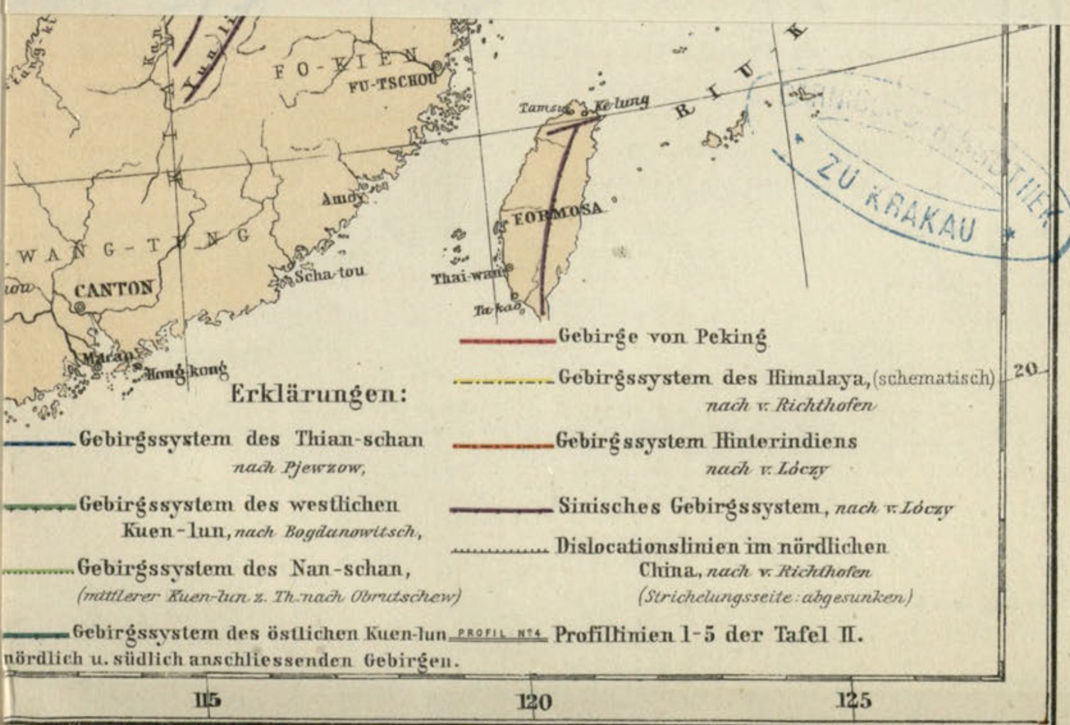
Infolge der fast unerreicht dastehenden weiten Verbreitung verdienen diese goldführenden Distrikte ebenso die Aufmerksamkeit wie die Kohlenfelder Chinas, welch letzteren dieselbe aber schon länger zu teil geworden ist.

Wenn wir zum Schlufs versuchen, in einem Rückblick die Gesamtheit der allgemeineren geologischen Ergebnisse der neueren Forschungen in Zentralasien und China zusammenzufassen, wie wir sie im Laufe unserer Darstellung kennen gelernt haben, so tritt deren Bedeutung für die Förderung der Wissenschaft auf das unzweifelhafteste hervor. Nicht allein die spezielle geographische Forschung hat wesentliche Bereicherung erfahren, auch in theoretischer Beziehung sind hochbedeutsame Fragen aufgeworfen worden und zur Diskussion gestellt. Aufser den wichtigsten, im Schlufskapitel kurz gestreiften Problemen sind schon bei der orographischen Schilderung genug wichtige Punkte erörtert worden, welche noch eingehenderer Behandlung bedürfen. Es sind überhaupt nur die Umrifslinien im grofsen gezogen worden, und die Fülle der Details bleibt noch nachzuholen und wird noch auf Generationen hinaus die Wissenschaft befruchten. In dieser Hinsicht dürfen auch die praktischen Fragen nicht vernachlässigt werden; denn sie werden wahrscheinlich die ersten sein, die zur Lösung kommen, und erst durch sie wird die Möglichkeit weiterer Einzelforschungen gegeben werden. Wenn dereinst einmal durch Abbau der Kohlenfelder im Grofsen und gesteigerten Betrieb auf den Goldfeldern ein zahlreiches wissenschaftlich und technisch gebildetes Material von Ingenieuren und Geologen sich ständig im Lande aufhalten wird, werden erst die Einzelbeobachtungen in einer Weise gefördert werden können, die der flüchtige Forschungsreisende unmöglich erreichen kann.

In dieser Hinsicht stehen wir erst an der Schwelle der Erkenntnis, und wenn trotzdem schon eine so hervorragende Förderung unserer Kenntnisse und eine solche Fülle neuer Anregungen aus dem noch kaum bekannten ungeheuren Gebiete entsprungen ist, so hat die geologische und geographische Wissenschaft in erster Linie Ursache, den unerschrockenen Männern Dank zu wissen, die mit Einsetzung von Gut und Blut dies Ziel zu erreichen geholfen haben.

Möge diese Darstellung, die schon der ihr gestellten Aufgabe nach nur Bruchstücke zusammenstellen konnte, dazu beitragen, zur Nacheiferung der grofsen Pioniere der Wissenschaft anzuspornen.

Druck der Engelhard-Reyherschen Hofbuchdruckerei in Gotha.

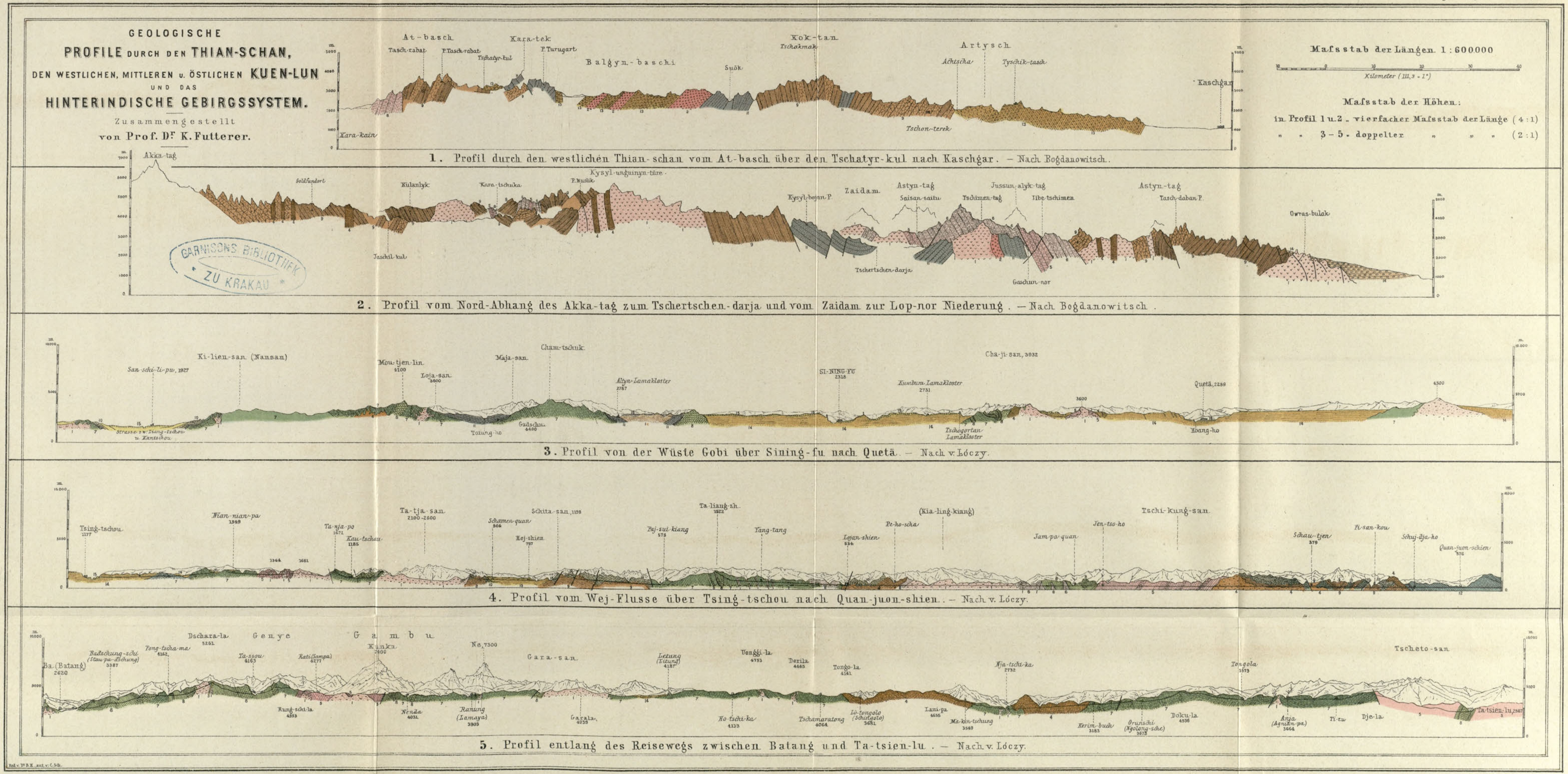

FO-KIEN
FU-TSCHOU
Tamsui
Ke-lung
RIU K
Amoy
FORMOSA
WANG-TUNG
CANTON
Scha-tou
Thai-wan
Ta-kao
Macao
Hongkong
Erklärungen:
Gebirgssystem des Thian-schan nach Pjewzow,
Gebirgssystem des westlichen Kuen-lun, nach Bogdanowitsch,
Gebirgssystem des Nan-schan, (mittlerer Kuen-lun z. Th. nach Obrutschew)
Gebirgssystem des östlichen Kuen-lun nördlich u. südlich anschliessenden Gebirgen.
Gebirge von Peking
Gebirgssystem des Himalaya, (schematisch) nach v. Richthofen
Gebirgssystem Hinterindiens nach v. Lóczy
Sinisches Gebirgssystem, nach v. Lóczy
Dislocationslinien im nördlichen China, nach v. Richthofen (Strichelungsseite: abgesunken)
PROFIL No 4 Profillinien 1-5 der Tafel II.
20
115
120
125

ZU KRAKAU



Red. v. Dr B. Hassenstein, aut. v. C. Schmidt

GOTHA: JUSTUS PERTHES
1896.



1 Granit, Syenit, Diorit — 2 Porphyre — 3 Trachytische Gesteine — 4 Diabase u. Melaphyre, Diabastuffe — 5 Gneisse — 6 Krystallinische Schiefer — 7 Wutai-Formation — 8 Sinische Formatn. (altpalaeoz. Kalke und metamorph. Bildungen) — 9 Silur u. Devon — 10 Carbon (Kohlenkalk) — 11 Carbon-Trias (Oberkohlensandstein) — 12 Jura — 13 Pliocän z.T. Seeablagn. (Tertiär allgem.) — 14 Postpliocäne Ablagerungen — 15 Löss — Recente Bildungen

GOTHA: JUSTUS PERTHES
1896.

GARNISONS BIBLIOTHEK ZU KRAKAU

Nos 74